

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2892505号

(45) 発行日 平成11年(1999) 5月17日

(24) 登録日 平成11年(1999) 2月26日

(51) IntCl.⁶
H 0 1 L 23/32

識別記号

F I
H 0 1 L 23/32

D

請求項の数 2 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願平8-516307	(73) 特許権者	999999999 フォームファクター、インコーポレイテッド アメリカ合衆国カリフォルニア州94550 リヴモア、リサーチ・ドライブ・ 2130
(86) (22) 出願日	平成 7 年(1995) 11月13日	(72) 発明者	ハンドロス、イゴー、ワイ アメリカ合衆国カリフォルニア州94563 オリンダ、ヘイシェンダス・ロード・ 25
(65) 公表番号	特表平9-508241	(72) 発明者	マシュー、ゲータン、エル アメリカ合衆国カリフォルニア州94568 ダブリン、フォール・クリーク・ロー ド・7980、アパートメント・203
(43) 公表日	平成 9 年(1997) 8月19日	(74) 代理人	弁理士 古谷 馨 (外 2 名)
(86) 国際出願番号	P C T / U S 9 5 / 1 4 8 4 2	審査官	川真田 秀男
(87) 国際公開番号	W O 9 6 / 1 5 5 5 1		
(87) 国際公開日	平成 8 年(1996) 5月23日		
審査請求日	平成 9 年(1997) 1月24日		
(31) 優先権主張番号	3 4 0 , 1 4 4		
(32) 優先日	1994年11月15日		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		
(31) 優先権主張番号	P C T / U S 9 4 / 1 3 3 7 3		
(32) 優先日	1994年11月16日		
(33) 優先権主張国	世界知的所有権機関 (W O)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板への電子コンポーネントの実装

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子コンポーネントの端子に対して接触をなすための相互接続要素において、

上部表面を有する支持基板と、

該支持基板の上部表面から延伸する、複数の復元性のある接触構造であって、該復元性のある接触構造の各々は 2 つの端部を有し、前記復元性のある接触構造の各々の両方の端部は前記支持基板に取り付けられ、前記復元性のある接触構造の各々の中間部は、前記電子コンポーネントの端子のうちの 1 つを、それとの、前記支持基板の上部表面と概ね平行である方向での圧力接触により、受けるべく成形される、複数の復元性のある接触構造と、からなる相互接続要素。

【請求項 2】前記電子コンポーネントは、LGA 型式の半導体パッケージ、BGA 型式の半導体パッケージ、及び裸

2

の半導体ダイから構成されるグループから選択される、請求項 1 に記載の相互接続要素。

【発明の詳細な説明】

発明の技術分野

本発明は、電子コンポーネント、特に、超小型電子コンポーネント間で相互接続をなすことに関し、更に詳細には、回路基板に半導体ダイ、及びパッケージを取り外し可能に実装する（差し込む）ための技法を提供することに関する。

関連出願に対する相互参照

本願は、同一出願人による 1995 年 5 月 26 日に出願された（状況：係属中）米国特許同時係属出願第 08/452,255 号（以後、「親事例」と呼ぶ）の一部継続出願であり、同米国特許出願は、同一出願人による 1994 年 11 月 15 日に出願された（状況：係属中）米国特許同時係属出願第 08

340, 144号、及び1994年11月16日に出願されたその対応PCT特許出願番号PCT/US94/13373 (WO 95/14314として1995年5月26日に公告)の一部継続出願であり、それらは両方とも、同一出願による1993年11月16日に出願された(状況:係属中/認可)米国特許同時係属出願第08/152,812号の一部継続出願である。

本願は又、同一出願人による1995年9月21日に出願された(状況:係属中)米国特許同時係属出願第08/526,246号の一部継続出願でもある。

発明の背景

電子コンポーネント、特に、半導体素子(チップ)等の超小型電子コンポーネントは、複数の端子(接着パッド、電極、又は導電領域とも呼ばれる)を備えることが多い。かかる素子を有用なシステム(又は、サブシステム)に組み付けるために、多数の個々の素子が、通常プリント回路(又は、布線)基板(PCB、PWB)の媒介を通して、互いに電氣的に相互接続される必要がある。

半導体素子は、通常、ピン、パッド、リード、半田ボール、その他の形態で、複数の外部接続点を有する半導体パッケージ内に配設される。多数の型式の半導体パッケージが知られており、パッケージ内で半導体素子を接続するための技法には、接着ワイヤ、テープ自動化ボンディング(TAB)、その他が含まれる。ある場合には、半導体素子は、隆起パンプ接触部を備え、他の電子コンポーネント上にフリップチップ技法により接続される。

一般に、電子コンポーネント間の相互接続は、「相対的に永久な」及び「即座に取り外し可能な」相互接続という2つの広義のカテゴリーに分類できる。

「相対的に永久な」接続の一例として、半田接合がある。一旦2つのコンポーネントが互いに半田付けされると、それらコンポーネントを分離するのに、半田除去工程を用いる必要がある。ワイヤ接着は、「相対的に永久な」接続の他の例である。

「即座に取り外し可能な」接続の一例として、1つの電子コンポーネントの堅固なピンがあり、他の電子コンポーネントの弾力のあるソケット要素によって受容される。ソケット要素は、ピンに対して、それらの間の信頼のある電気接続を保証するのに十分な大きさの接触力(圧力)を及ぼす。電子コンポーネントと圧力接触をなすことを目的とした相互接続要素は、本明細書において、「スプリング」又は「ばね要素」と呼ぶ。

ばね要素は、周知のところであり、様々な形状及び寸法のものが出回っている。今日の超小型電子コンポーネント環境において、全ての相互接続要素に対する深刻な必要性が存在し、それには、益々小型になるスプリングが含まれ、それは、多数のかかる相互接続を小さな領域に配設することができ、電子コンポーネントへの高密度な相互接続をもたらす必要があるためである。

ばね要素を製作するための従来技術の技法には、一般に、個々のばね要素を形成するために、リン青銅、バリ

リウム銅、鋼鉄、又はニッケル・鉄・コバルト(例えば、コバール)合金等のばね材料を型打ち(打ち抜き)加工、又はエッチングするステップと、ばね要素を良好な接触材料(例えば、金等の貴金属であり、同様の材料に接触する場合、低い接触抵抗を示すことになる)でメッキするステップと、このように形状付けられ、メッキされた複数のばね要素を、直線、周辺、又はアレイパターンへと成型するステップを伴う。金を上記材料上にメッキする場合、時折、薄い(例えば、30-50マイクロインチ)ニッケルの障壁層が適切である。

かかるばね要素を製作する技法には、各種の問題、及び制限がつきまとう。

例えば、これら工程は、用途によって複数のスプリング(相互接続要素)を微細(例えば、10ミル)ピッチで配列することが要求される場合に制限される。かかる微細ピッチには、本質的に、各スプリングをピッチよりも実質的に小さく(例えば、3ミル)寸法決めることが必要である。打ち抜き領域に適應する必要があり、またそれによって、スプリングを形成するのにいかに多くの材料を残すかが制限されることになる。最善で、1ミル程度の小さなスプリングを打ち抜くことが比較的簡単明瞭であるとしても、かかる小さな寸法は、スプリングにより信頼性良く及ぼすことができる接触力に制限を課す。これは、スプリングのエリアアレイを製造することに関連して、特に痛烈である。

一般に、いくらかの最小接触力が、電子コンポーネントに(例えば、電子コンポーネント上の端子に)信頼性の良い圧力接触をもたらすのに望まれる。例えば、約15グラム(接触当たり少なくとも2グラム以下、且つ多くて150グラム以上を含む)の接触(荷重)力が、表面上に膜で汚染され、また表面上に腐蝕、又は酸化生成物を有する、電子コンポーネントの端子に信頼性良く電気接続をなすことを保証するのに望まれる。各スプリングに必要な最小接触力には、スプリング材料の降伏強度、又はばね要素の寸法のどちらかを増大させることが必要とされる。一般的な提案として、材料の降伏強度が高くなるほど、加工(例えば、打ち抜き、曲げ等)するのが益々困難になる。そして、スプリングを更に小さく製作したいという望みによって、それらの断面を更に大きく製作することが本質的に不可能になる。

従来技術の相互接続に付随の他の制限は、硬質材料(スプリングを製作するのに用いられるような)が使用される場合、ろう接法等の比較的「過酷な」(例えば、高温)工程が、電子コンポーネントの端子に相互接続要素を実装するのに必要とされる点にある。例えば、比較的「耐久性のある」半導体パッケージに、堅固なピンをろう接することが知られている。かかる「過酷な」工程は一般に、半導体素子等のいくつかの比較的「脆弱な」電子コンポーネントに関連して、望ましいものではない(また、実現できないことが多い)。それとは対照的

に、ワイヤボンディングは、比較的「易しい」工程の一例であり、これは、ろう接法よりも、脆弱な電子コンポーネントに損傷を与えることが場合によってはほとんどない。半田付けは、比較的「易しい」工程の他の例である。

電子コンポーネント上へのスプリングの実装に関連した他の問題は、その性質上非常に機械的である点にある。スプリングが、一端において基板（これは、本提案の目的のために、不可動物であると見なす）に実装され、またその自由端において加えられる力に反作用することが要求される場合に、「軟弱連結」（使用時には、最弱箇所）は、スプリングが基板（例えば、電子コンポーネントの端子）に取り付けられる（例えば、スプリングの基底部がボンディングされる）箇所であることが多い。これは、少なくとも部分的に、「過酷な」工程（例えば、ろう接法）を使用して、基板にスプリングを実装する必要性の原因となる。

スプリング接触を含む相互接続要素に関連した他の微妙な問題は、しばしば、電子コンポーネントの端子が完全には共平面でない点にある。これらの「公差」（総共平面性）を吸収するために、共に組み込まれるある機構に欠けている相互接続要素が、激しく押圧されて、電子コンポーネントの端子と一貫した圧力接触をなすことになる。

多くの最新の電子システムの場合、1つ以上のパッケージ済み半導体素子が回路基板に実装される。各種のパッケージング型式が周知のところである。一般に、全ての半導体パッケージは、外部接続子を備え、これらは、ピン、パッド、リード、ボールバンプ、その他のいずれかである。

1つの型式の半導体パッケージは、「超高密度パッドアレイ・チップキャリア（ULTRA HIGH DENSITY PAD ARRAY CHIP CARRIER）」と称する米国特許第4,700,276号

（「FREYMANによる」）により代表される。該特許に総括的に開示されるように、セラミック基板には、その底部表面に半田で栓がされたスルーホールが設けられている。これらの半田プラグ（206）は、アレイパターン状に配列されて、最終のチップキャリア配列に対して、外部の表面実装相互接続点を形成する。半田プラグは略半球状であり、これによって、キャリアが実装される回路基板の上部で高いところに、セラミック基板を載置することが可能となる。その外部表面上の相互接続点として、半田ボールを有する半導体パッケージは、本明細書において、ボール・グリッド・アレイ（BGA）型式パッケージと呼ぶ。

一般に、BGA半田ボールには2つの型式があり、それは、（1）リフローに基づき溶融する共晶塊、及び溶融しないが共晶材料に付着する、90:10の鉛：スズ等の塊である。第1の型式の半田ボールは、リフローに基づき僅かに（例えば、約6ミル）陥没し、その結果、それに

よってもたらされる複数の相互接続の最終の平面性に関してある問題となる。第2の型式の半田ボールは陥没しない。というのは、それらはリフローされないためである。しかし、第2の型式の半田ボールを付着させるのに、共晶材料が使用されるので、共晶付着工程に関連した熱に耐えることのできないある種の基板材料は使用できない。この情報を提供する目的は、一般的な背景のためである。

他の型式の半導体パッケージは、ランド・グリッド・アレイ（LGA）であり、これには、その表面上に複数（例えば、アレイ）の端子（接触パッド、すなわち「ランド」）が設けられている。一般に、弾力のある相互接続要素を用いて、LGAのランドに電気接続がなされる。本発明は、LGA型式の半導体パッケージ等の電子コンポーネントの端子に電気接続をなすために、複数の弾力のある相互接続要素を有する「ソケット」を開示するものである。

LGA及びBGA型式の半導体パッケージ用のソケットを回路基板に半田付け（例えば、表面実装）することが一般に望まれる。ピンに頼る従来技術のソケットは、回路基板内にホールを製造する慣用的な技法を用いると、隣接ホール間の間隔（ピッチ）が通常、隣接ホール間で100ミル以上に制約される。更に、スルーホールをメッキすることにより、回路基板の製造において追加コストが生じる。必要とされるのは、微細ピッチ（例えば、50ミル）で、且つ低減コストで接続をなすことを可能にする、「半田降下接着（solder-down）」すなわち「表面実装可能な」ソケットである。

BGA及びLGA型式のパッケージに関して、関係する追加の参考文献は、次の米国特許、すなわち米国特許第5,241,133号、同第5,136,366号、同第5,077,633号、同第5,066,673号、及び同第4,700,473号である。

上述したBGA型式のパッケージは、PCB上に半導体パッケージを半田降下接着することにより表面実装される。これによって、PCBへのパッケージ済み半導体素子のある程度永久的な接続がもたらされる。パッケージ済み半導体素子を取り外す（例えば、交換又は更新用に）には、PCBからパッケージ全体を半田除去することが必要となり、その工程は、PCB、又は半導体パッケージ内に収容された半導体素子のいずれかに損傷を与える可能性がある。更に、PCBからコンポーネントを半田除去するには、それが配置されるシステムからPCBを取り外すことが一般に必要となる。

PCBに半導体パッケージを取り外し可能に接続するための技法は、かかる突発の出来事の影響を受けない。例えば、ピンを有する半導体パッケージは、PCBに永久的に実装されるソケット内に容易に差し込まれて、やはり容易にソケットから取り外される。

本発明の1つの態様は、BGA又はLGA型式の半導体パッ

ケース等の任意の電子コンポーネントを、半田除去することなく、PCBから容易に取り外しのできる技法を提供すること、換言すると、BGA及びLGA型式の半導体パッケージ用の「ソケット」を提供することを目指している。これにより、パッケージ済み半導体素子の交換／更新が容易になるだけでなく、またPCBがプローブカード、又はプローブカード挿入である場合に、パッケージ済み半導体素子を試験する機会が与えられる。

一般的な提案として、取り外し可能な接続には、電子コンポーネント間である種の圧力接触をなすことが必要である。ピン型半導体パッケージを受けるためのソケットは、通常、パッケージピンを受けるためのリーフ型式ばね要素を有する。

次の米国特許は、関係があるものとして引用した。すなわち、米国特許第5,386,344号、同第5,336,380号、同第5,317,479号、同第5,086,337号、同第5,067,007号、同第4,989,069号、同第4,893,172号、同第4,793,814号、同第4,777,564号、同第4,764,848号、同第4,667,219号、同第4,642,889号、同第4,330,165号、同第4,295,700号、同第4,067,104号、同第3,795,037号、同第3,616,532号、及び同第3,509,270号である。

本発明の他の態様は、電子コンポーネント上、特にチップキャリア又は半導体パッケージ上に、半田ボール、及び／又は隆起した半田バンプを形成するための技法を目指している。以降では主に、半田「ボール」を形成するための技法を説明する。

電子コンポーネント上に半田ボール、及び／又は隆起した半田バンプを形成するための技法には、単に例として、

- (1) パッドに接触させるために、塊（少量）の半田ペーストを施して、半田ペーストをリフローするステップと、
- (2) メッキ領域を半田で栓をするステップ（例えば、FREIMAN特許の図2Cを参照）と、
- (3) 基板上に直接、半田ボール接続部を成型するステップ（例えば、米国特許第5,381,848号を参照）と、
- (4) 半田でフィルム・キャリア内のホールを充填し、基板にわたってそのキャリアを配置し、基板上のパッドに付着接触するように半田をリフローするステップ（例えば、米国特許第5,388,327号を参照）が含まれる。

本発明に幾分関連する、隆起した半田接触部を形成する他の方法は、上述したように同一出願人による米国特許同時係属出願第08/152,812号、同第08/340,144号、及び同第08/452,255号に開示される技法であり、これらには一般に、2つ（両方）の端部において、ワイヤを電子コンポーネントにボンディングするステップと、半田でワイヤを上塗りするステップとが含まれる。（例えば、米国特許同時係属出願第08/152,255号の図24A及び24B、同第08/340,144号の図16、及び同第08/152,812号の図2-5を参照）

本発明の簡単な説明（摘要）

本発明の一般的な目的は、電子コンポーネント用の相互接続要素を製造するための技法を提供することである。

本発明の他の目的は、電子コンポーネントに容易に取り付け相互接続要素を提供することである。

本発明の他の目的は、電子コンポーネントに圧力接触するのに適している相互接続要素を提供することである。

本発明の他の目的は、PCB等の電子コンポーネントに、BGA型式の半導体パッケージを取り外し可能に相互接続する（差し込む）ための技法を提供することである。

本発明の他の目的は、PCB等の電子コンポーネントに、LGA型式の半導体パッケージを取り外し可能に相互接続する（差し込む）ための技法を提供することである。

本発明の他の目的は、電子コンポーネント上に、特に、チップキャリア又は半導体パッケージ上に、半田ボール、及び／又は隆起した半田バンプを形成するための技法を提供することである。

本発明によれば、相互接続要素、特にばね要素を製造し、またその相互接続要素を電子コンポーネントに実装するための技法が開示される。開示される技法によって、極端に小さな寸法のばね要素を製作することに関連した問題が克服され、更に、信頼性の良い相互接続を保証するのに十分な大きさの接触力を及ぼすことが可能になる。開示される技法によって、半導体素子等の電子コンポーネント上に、ばね要素を実装することに関連した問題も克服される。

本発明によれば、「複合」（多層）相互接続要素が、電子コンポーネントに伸長要素（「コア」）を実装し、スプリング形状を有するように成形して、結果としての複合相互接続要素の物理的（例えば、スプリング）特性を強化し、及び／又は結果としての複合相互接続要素を電子コンポーネントに確実に締結するために、コアに保護膜生成を施すことにより製造される。

「複合」という用語の使用は、本明細書に記載した説明を通じて、用語（例えば、2つ以上の要素から形成される）の「総称的な」意味に一致しており、例えば、ガラス、カーボン、又は樹脂その他の基材に支持される他の繊維等の材料に施されるような試みの他の分野における「複合」という用語の如何なる利用とも混同すべきではない。

本明細書で使用する「スプリング形状」という用語は、先端に加えられる力に対して、伸長要素の端部（先端）の弾性（復元）運動を呈示する、伸長要素の事実上の任意の形状を言う。これには、1つ以上の湾曲部を有するように成形された伸長要素だけでなく、実質的に真っ直ぐな伸長要素も含まれる。

本明細書で使用する「接触領域」、「端子」、「パッド」及び類似の用語は、相互接続要素が実装、又は接触をなす任意の電子コンポーネント上の任意の導電領域を言う。

本明細書で使用する「半田ボール」という用語は、半導体パッケージ、又は支持基板等の電子コンポーネントの表面上に、半田付け性の良い隆起した接触構造をもたらす、半田の任意の塊、その他を言う。かかる半田ボールを使用して、それらが実装される電子コンポーネントと、他の電子コンポーネントとの間の永久的な電気接続

10 11 代替として、コアは、電子コンポーネントに実装する前に成形される。

代替として、コアは、電子コンポーネントではない犠牲基板の一部に実装されるか、又は犠牲基板の一部である。犠牲基板は、成形後、且つ保護膜生成の前か後のどちらかで除去される。本発明の1つの態様によれば、各種の構造的特徴を有する先端は、相互接続要素の接触端に配設できる。(上述した親事例の図11A-11Fも参照されたい。)

本発明の1つの実施例の場合、コアは、比較的低い降伏強度を有する「軟質」材料であり、比較的高い降伏強度を有する「硬質」材料で保護膜生成される。例えば、金ワイヤ等の軟質材料が、半導体素子の接着パッドに、(例えば、ワイヤボンディングにより)取り付けられて、ニッケル及びその合金等の硬質材料で、(例えば、電気化学メッキにより)保護膜生成される。

コアの面対同保護膜、単一及び多層保護膜、微細突出部を有する「粗い」保護膜(親事例の図5C及び5Dも参照されたい)、及びコアの全長、又はコア長の一部のみに

30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 延伸する保護膜が記載されている。後者の場合、コアの先端は、電子コンポーネントに接触させるために適切に露出される(親事例の図5Bも参照されたい)。

一般に、本明細書に記載した説明を通じて、「メッキ」という用語は、コアに保護膜を生成するための多数の技法の一例として用いられる。本発明の範囲内にあるのは、限定ではないが、水溶液からの材料の堆積を伴う各種工程と、電解メッキと、無電解メッキと、化学気相成長法(CVD)と、液体又は固体先行物質の誘導変換を通して、材料の堆積を生じせしめる工程と、その他を含む任意の適切な技法によって、コアに保護膜生成することができ、材料を堆積するためのこれら技法の全ては、一般に周知のところである。

一般に、ニッケル等の金属性材料で保護膜生成するために、電気化学的工事が好適であり、特に無電解メッキが好ましい。

本発明の他の実施例の場合、コアは、ばね要素として機能するのに本質的に適した、「硬質」材料の伸長要素であり、一端において、電子コンポーネントの端子に実装される。コア、及び端子の少なくとも隣接領域は、コ

アの端子への締結を強化する材料で保護膜生成される。このようにして、コアが、保護膜生成に先立って、必ずしも端子に十分実装される必要はなく、電子コンポーネントの潜在的にほとんど損傷を与えない工程を使用して、コアが、後続の保護膜生成に対して適所に「仮留め」される。これら「易しい」工程には、端子の軟質部分への硬質コアの端部の半田付け、貼り付け、及び突き刺しが含まれる。

コアがワイヤである実施例が開示される。コアが平坦なタブ(導電性金属リボン)である実施例も開示される。

コア及び保護膜の両方に代表的な材料が開示される。

以降では主に、一般的に非常に小さな寸法(例えば、3.0ミル以下)である比較的軟質の(低降伏強度)コアで開始することを伴う技法を説明する。半導体素子に容易に付着する金等の軟質材料は、一般に、スプリングとして機能するのに十分な復元性がない。(かかる軟質の金属性材料は、弾性変形ではなく、主に可塑性変形を呈示する。)半導体素子に容易に付着し、また適切な復元性を持つ他の軟質材料は、非導電性であることが多く、これは、大部分の弾性材料の場合にそうである。いずれの場合でも、所望の構造的、及び電気的特性が、コアにわたって施される保護膜により、結果としての複合相互接続要素に付与できる。結果としての複合相互接続要素は、非常に小さく製作でき、更に、適切な接触力も呈示し得る。更に、複数のかかる複合相互接続要素は、それらが、隣接する複合相互接続要素に対する距離(隣接する相互接続要素間の距離は、「ピッチ」と呼ばれる)よりもかなり大きな長さ(例えば、100ミル)を有するとしても、微細ピッチ(例えば、10ミル)で配列できる。

本発明の範囲内にあるのは、複合相互接続要素を、例えば、25ミクロン(μm)以下の程度の断面寸法を有する、コネクタ及びソケット用の「超小型スプリング」のような、超小型スケールで製造可能なことである。ミルではなくミクロンで測定される寸法を有する信頼性の良い相互接続を製造できるこの能力は、現存の相互接続技法、及び将来のエリアレイ技法という発展する要求に真っ向から対処する。

本発明の複合相互接続要素は、優れた電気的特性を呈示し、これには、導電率、半田付け可能性、及び低い接触抵抗が含まれる。多くの場合、加えられる接触力にตอบสนองした相互接続要素の偏向は、結果として「拭い」接触となり、これは、信頼性の良い接触をなすのを保証するのに役立つ。

本発明の追加の利点は、本発明の相互接続要素となされる接続が、容易に取り外し可能である点にある。電子コンポーネントの端子に相互接続をもたらす半田付けは、任意であるが、一般にシステムレベルでは好ましくない。

本発明の1つの態様によれば、制御されるインピーダ

11

ンスを有する相互接続要素を製作するための方法が記載される。これらの技法には、一般に、誘電体材料（絶縁層）で導電コア、又は複合相互接続要素全体を被覆し

（例えば、電気泳動的に）、導電材料の外部層で誘電体材料に保護膜生成することが作う。外部の導電材料層を接地することにより、結果としての相互接続要素は効果的に遮蔽することができ、そのインピーダンスは容易に制御可能となる。（親事例の図10Kも参照されたい。）

本発明の1つの態様によれば、相互接続要素は、電子コンポーネントへの後での取り付けのために、予め製造することができる。この目的を達成するための各種の技法が、本明細書に記載されている。本書類では特定の保護されていないが、複数の個々の相互接続要素の基板への実装、又は代替として、エラストマーにおいて、又は支持基板上で複数の個々の相互接続要素の懸架を扱う機械を製造することも比較的簡単明瞭であると考えられる。

明確に理解されたいのは、本発明の複合相互接続要素は、その導電特性を強化する、又はその腐食耐性を強化するために被覆されていた、従来技術の相互接続要素とは劇的に異なるということである。

本発明の保護膜は、電子コンポーネントの端子への相互接続要素の締結を実質的に強化する、及び／又は結果としての複合相互接続要素に、所望の復元特性を付与することを特定の意図するものである。応力（接触力）は、応力を吸収することを特定の意図する、相互接続要素の部分に向けられる。

また認識されたいのは、本発明は、スプリング構造を製作するための本質的に新規な技法を提供するということである。一般に、結果としてのスプリングの動作構造は、曲げ及び成形の生成物ではなく、メッキの生成物である。これによって、スプリング形状を確立する広範な材料、及びコアの「足場」を電子コンポーネントに取り付けるための各種の「易しい」工程の利用に対して扉が開かれる。保護膜は、コアの「足場」にわたった「超構造」として機能し、その両方が、土木工学の分野においてそれらの原点を有することを意味する。

本発明の1つの態様によれば、「ソケット」が、LGA及びBGA型式の半導体パッケージを、回路基板（例えば、PCB、PWB）等の電子コンポーネントに取り外し可能に接続（差し込む）ことを可能にするために設けられる。一般に、ソケットには、上部表面、及び下部表面を有する支持基板が含まれる。半田ボールその他は、回路基板にソケットを半田付けし、それにより、ソケットと回路基板の間の永久的な（取り外し可能であるが）接続（ゆえに、本明細書で用いるような用語「半田降下接着」）をもたらすために、支持基板の下部表面に設けられる。複数の復元性のある接触構造が、それぞれ、LGA型式、又はBGA型式パッケージの外部接続点（パッド、ボール）に圧力接続をなすために、支持基板の上部表面

12

に、（又は復元性のある接触構造が、支持基板の上部表面から上方に延伸するのを可能にする任意の適切な仕方）で設けられる。

一般に、本明細書に開示されるソケットの実施例を通じて、任意の復元性のある接触構造が用いられる。本発明の複合相互接続要素は、かかるソケットに適した復元性のある接触構造の単に一例に過ぎず、それらが上述したように、小さな寸法での製造が比較的容易であることに起因して一般に好適である。

LGA型式パッケージ用のソケットとして機能する、本発明の1つの実施例の場合、圧力接触は、支持基板の上部表面に概ね垂直である方向で、復元性のある接触構造の先端に対してなされる。

BGA型式パッケージ用のソケットとして機能する、本発明の1つの実施例の場合、圧力接触は、支持基板の上部表面に概ね平行である方向で、復元性のある接触構造の先端に対してなされる。一般に、本明細書に記載する半田降下接着ソケットの実施例によって、半導体パッケージ、及び裸で未パッケージの半導体ダイを含む、任意の電子コンポーネントの端子に、圧力接触をなすための効果的な技法が提供される。半田降下接着ソケットには、上部表面及び下部表面を有する支持基板と、各復元性のある接触構造がその自由端に先端を有して、支持基板の上部表面から延伸する複数の復元性のある接触構造と、復元性のある接触構造の先端と電子コンポーネントの端子との間で、圧力接触をもたらすための手段とが含まれる。一般に、電子コンポーネント、及び復元性のある接触構造の先端のうちの一方、又は他方のいずれかが、他方に対して移動して、かかる圧力接触をもたらす必要がある。例えば、圧力接続をもたらすための手段は、電子コンポーネントが実装される移動可能な滑动要素とすることができ、復元性のある接触構造の先端に対して、電子コンポーネントの端子を移動させるのに適している。代替として、圧力接続をもたらすための手段は、復元性のある接触構造に作用する移動可能な滑动要素とすることもでき、電子コンポーネントの端子に対して、復元性のある接触構造の先端を移動させるのに適している。いずれの場合でも、電子コンポーネントの端子に対して、復元性のある接触構造の先端の拭い移動をもたらすことが望ましい。好適には、それ自体移動するものが、復元性のある接触構造の先端であるか、又は端子であるかにかかわらず、復元力のある接触構造の先端が、電子コンポーネントの端子を横切る距離を制限して、それらが、電子コンポーネントの端子と圧力接触状態のままであることを保証するための機構が設けられる。上記のように、ソケットは、回路基板に永久的に実装されるのが好ましい。この目的のために、複数の半田付け性の良い隆起した接触構造が、支持基板の下部表面に配設されて、複数の復元性のある接触構造に、支持基板を介して接続されるのが好ましい。

理解されたいのは、本明細書に開示されるLGA型式ソケットは、その表面に配設される接着パッドを有する裸のダイに対して、圧力接続をなすのに適しており、また、本明細書に開示されるBGA型式ソケットは、その表面に配設される隆起した接触構造を有する裸のダイに対して、圧力接続をなすのに適している。半導体ダイの一面面上の隆起した接触構造の一例として、IBMの「C4」工程により製造される隆起した半田接触部（ bumps ）がある。本明細書で用いるような「裸のダイ」とは、パッケージ化されていない半導体チップ（素子）のことであり、チップが、半導体ウェーハ上で他のチップと集約されるか、又は個々のチップが、半導体ウェーハから分離された後のいずれかである。

更に、電子コンポーネントのパッド（接触領域、端子）上に半田ボールを実装するための斬新な技法が開示される。例えば、この技法を使用して、LGA及びBGA半田降下接着ソケット用の上述した支持基板上に、上述した半田ボールを実装可能である。

一般に、半田予備成形には、複数のより小さな半田ブリッジにより、互いに接続される複数の大きな半田集積体が含まれる。半田予備成形は、半田ボールの実装を所望する場所で、電子コンポーネントの一面面上に対して配設されて、半田予備成形は、半田集積体、及び半田ブリッジをリフローすべく加熱される。リフロー時に、半田集積体は半田ボールとなり、また半田ブリッジは、半田ボールへと包含される。好適には、半田付けフラックス、又は半田ペーストが、半田予備成形上、又は電子コンポーネントのパッド上のいずれかに設けられ、その後リフロー加熱される。

本発明の他の目的、特徴、及び利点は、本発明の以下の説明を鑑みて明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

参照は、本発明の好適な実施例に対して詳細になされ、その例は、添付図面に示されている。これらの好適な実施例に関連して本発明を説明するが、理解されたいのは、本発明の精神、及び範囲をこれら特定の実施例に限定することを意図しない、ということである。

図1Aは、本発明の1つの実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Bは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Cは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Dは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図1Eは、本発明の他の実施例に従った、相互接続要素の一端を含めた長手部分の断面図である。

図2Aは、本発明に従って、電子コンポーネントの端子に実装されて、多層化シェルを有する相互接続要素の断面図である。

図2Bは、本発明に従って、中間層が誘電体材料製である、多層化シェルを有する相互接続要素の断面図である。

図2Cは、本発明に従って、電子コンポーネント（例えば、ブローブカード挿入）に実装される、複数の相互接続要素の斜視図である。

図2Dは、本発明に従って、相互接続要素を製造するための技法の例示的な第1ステップの断面図である。

図2Eは、本発明に従って、相互接続要素を製造するための図2Dの技法の例示的な更なるステップの断面図である。

図2Fは、本発明に従って、相互接続要素を製造するための図2Eの技法の例示的な更なるステップの断面図である。

図2Gは、本発明に従った、図2D-2Fの技法に従って製造された複数の個々の相互接続要素の断面図である。

図2Hは、本発明に従った、図2D-2Fの技法に従って製造されて、互いに規定の空間関係で関連した、例示的な複数の相互接続要素の断面図である。

図2Iは、本発明に従って、相互接続要素を製造するための代替実施例の断面図であり、1つの相互接続要素の1つの端部を示す。

図3は、本発明に従った、LGAソケットの1つの実施例の断面図である。

図3Aは、本発明に従った、LGAソケットの他の実施例の断面図である。

図3Bは、本発明に従った、ソケットの他の実施例の断面図であり、1つの相互接続要素の1つの端部を示す。

図3Cは、本発明に従った、ソケットの他の実施例の断面図であり、1つの相互接続要素の1つの端部を示す。

図4は、本発明に従った、BGAソケットの1つの実施例の断面図である。

図4Aは、本発明に従った、BGAソケットの他の実施例の断面図である。

図4Bは、本発明に従った、半田ボールに接触する相互接続要素の部分断面の上面図である。

図4Cは、本発明に従った、BGAソケットの他の実施例の断面図である。

図4Dは、本発明に従った、BGAソケットの他の実施例の断面図である。

図5Aは、本発明の代替実施例に従った、半田ボールに接触する相互接続要素の部分断面の上面図である。

図5Bは、本発明の代替実施例に従った、LGAソケットの一部の斜視図である。

図5Cは、本発明に従った、半田降下接着ソケットの代替実施例の一部の断面図である。

図5Dは、本発明に従った、半田降下接着ソケットの代替実施例の一部の断面図である。

図6Aは、本発明に従った、基板への相互接続要素として、相互接続要素の対を実装するための技法の斜視図で

ある。

図6Bは、本発明に従った、基板への相互接続要素として、相互接続要素の対を実装するための他の技法の斜視図である。

図6Cは、本発明に従った、電子コンポーネントの端子に接触する一対の相互接続要素（例えば、半導体パッケージの外部ボールバンプ接続）の上部平面図である。

図6Dは、本発明の他の実施例に従った、電子コンポーネントのボールバンプ端子に接触する相互接続要素の側面図である。

図6Eは、本発明の他の実施例に従った、電子コンポーネントのボールバンプ端子に接触する相互接続要素の側面図である。

図7Aは、本発明の他の態様に従った、電子コンポーネントにボールバンプ型式の複数の端子を取り付ける際に用いる、半田予備成形の部分断面の斜視図である。

図7Bは、本発明に従った、電子コンポーネントにボールバンプを取り付ける技法の後続ステップにおける、図7Aの半田予備成形の側面、及び断面図である。

図7Cは、本発明に従った、電子コンポーネントに実装されるボールバンプ端子の部分断面の側面図である。
発明の詳細な説明

1995年5月26日に出願され、上述した米国特許出願第08/452,255の開示を、参照として本明細書に取り込む。この親出願は、そこに開示される技法の幾つかを要約するものである。

本発明の重要な態様は、(1) 結果としての複合相互接続要素の機械的性質を確立し、(2) 相互接続要素が電子コンポーネントの1つの端子に実装される場合に、その端子に相互接続要素を確実に締結するために、「複合」相互接続要素が、コア（電子コンポーネントの端子に実装される）で開始し、次いで、適切な材料でコアに保護膜を生成することにより形成できる点にある。このようにして、弾性変形可能な形状へと容易に成形されて、電子コンポーネントの最も脆弱な部分にさえも容易に取り付けられる、軟質材料のコアで開始することにより、復元性のある相互接続要素（ばね要素）が製造できる。硬質材料からばね要素を形成し、容易には明白でなく、論証可能に直感的でない従来技術を鑑みると、その軟質材料は、ばね要素の基底部を形成可能である。かかる「複合」相互接続要素は、一般に、本発明の実施例に用いるのに、好適な形態の復元性のある接触構造である。

図1A、1B、1C及び1Dは、本発明に従った、複合相互接続要素用の各種の形状を一般的に示す。

以降では主に、復元性を呈示する複合相互接続要素を説明する。しかし理解されたいのは、復元性のない複合相互接続要素も本発明の範囲内に入るということである。

更に、以降では主に、硬質（弾性）材料により保護膜

生成される、軟質（容易に形成されて、使い勝手の良い工程により、電子コンポーネントに固定しやすい）コアを有する、複合相互接続要素を説明する。しかし、コアを硬質材料とし得ることも本発明の範囲内にあり、保護膜は、主に、電子コンポーネントに相互接続要素を確実に締結するように機能する。

図1Aにおいて、電気的な相互接続要素110には、「軟質」材料（例えば、40,000psiよりも少ない降伏強度を有する材料）のコア112と、「硬質」材料（例えば、80,000psiよりも大きな降伏強度を有する材料）のシェル（保護膜）114とが含まれる。コア112は、概ね真っ直ぐな片持ち梁として成形（構成）される伸長要素であり、0.0005から0.0030インチ（0.001インチ＝1ミル≒25ミクロン（ μm ））の直径を有するワイヤとすることがができる。シェル114は、既に成形されたコア112にわたって、適切なメッキ工程（例えば、電気化学メッキ）等の任意の適切な工程により施される。

図1Aは、本発明の相互接続要素に対して恐らく最も簡単な形状と思われるスプリング形状、すなわち、その先端110bにおいて加えられる力「F」に対して、ある角度で配向された真っ直ぐな片持ち梁を示す。かかる力が、相互接続要素が圧力接触している電子コンポーネントの端子により加えられる場合、先端の下方への（図で見て）偏向により、明らかに結果として、先端が端子を横切って移動する、すなわち「拭い」運動となる。かかる拭い接触により、信頼性の良い接触が、相互接続要素と電子コンポーネントの接触端子との間でなされることが保証される。

その「硬質性」のおかげで、またその厚さ（0.00025から0.00500インチ）を制御することにより、シェル114は、相互接続要素110全体に対して、所望の復元性を付与する。このようにして、電子コンポーネント（不図示）間の復元性のある相互接続を、相互接続要素110の2つの端部110aと110bの間にもたらしすることができる。

（図1Aにおいて、参照番号110aは、相互接続要素110の一端を示し、端部110Bに対向した実際の端部は示されていない。）電子コンポーネントの端子に接続する際に、相互接続要素110は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力（圧力）を受けることになる。

相互接続要素（例えば、110）は、加えられる接触力に応答して偏向することになるが、該偏向（復元性）は、相互接続要素の全体形状によって部分的に、（コアの降伏強度に対して）保護膜材料の優勢な（より大きな）降伏強度により部分的に、また、保護膜材料の厚さにより部分的に決定される。

本明細書で用いる「片持ち」及び「片持ち梁」という用語は、伸長構造（例えば、保護膜付きコア112）が、一端に実装（固定）されて、他端は、通常、伸長要素の長手方向軸に対して概ね横方向に作用する力に応答して、自由に移動する。これらの用語の使用により、伝達

又は暗示を意図する他の特定の、又は限定的な意味は何もない。

図1Bにおいて、電気的な相互接続要素120には、同様に、軟質コア122 (112に匹敵) と、硬質シェル124 (114に匹敵) とが含まれる。この例の場合、コア122は、2つの湾曲部を有するように成形され、従って、S字形状と見なされる。図1Aの例のように、このようにして、電子コンポーネント (不図示) 間の復元性のある相互接続を、相互接続要素120の2つの端部120aと120bの間にもたらすことができる。(図1Bにおいて、参照番号120aは、相互接続要素120の一端部を示し、端部120bに対向した実際の端部は示されていない。) 電子コンポーネントの端子に接触する際に、相互接続要素120は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力 (圧力) を受けることになる。

図1Cにおいて、電気的な相互接続要素130には、同様に、軟質コア132 (112に匹敵) と、硬質シェル134 (114に匹敵) とが含まれる。この例の場合、コア132は、1つの湾曲部を有するように成形され、U字形状となすことができる。図1Aの例のように、このようにして、電子コンポーネント (不図示) 間の復元性のある相互接続を、相互接続要素130の2つの端部130aと130bの間にもたらすことができる。(図1Cにおいて、参照番号130aは、相互接続要素130の一端部を示し、端部130bに対向した実際の端部は示されていない。) 電子コンポーネントの端子に接触する際に、相互接続要素130は、「F」で表記される矢印で示されるような、接触力 (圧力) を受けられることになる。代替として、相互接続要素130を使用して、「F'」で表記される矢印で示されるように、その端部130b以外で接触をなすこともできる。

図1Dは、軟質コア142と硬質シェル144を有する、復元性のある倉庫接続要素140の他の実施例を示す。この例の場合、相互接続要素140は、本質的に簡単な片持ち式であり、湾曲した先端140bは、その長手方向軸に対して横方向に作用する接触力「F」を受ける。

図1Eは、軟質コア152と硬質シェル154を有する、復元性のある相互接続要素150の他の実施例を示す。この例の場合、相互接続要素150は、概ねC字形状であり、好適には僅かに湾曲した先端を備え、「F」で表記される矢印で示されるように、圧力接触をなすのに適している。

理解されたいのは、軟質コアは、任意の弾性変形可能な形状、換言すると、復元性のある相互接続要素に、その先端に加えられる力にตอบสนองして弾性的に偏向せしめる形状へと、容易に形成することができるということである。例えば、コアは、慣用的なコイル形状に形成することもできる。しかし、コイル形状は、相互接続要素の全長、及びそれに関連したインダクタンス (その他)、また高周波 (速度) で動作する回路へのインダクタンスの悪影響に起因して好ましくない。

シェル、又は多層シェル (以下で説明する) の少なくとも1つの層の材料は、コアの材料よりも大幅に高い降伏強度を有する。従って、シェルは、結果としての相互接続構造の機械的特性 (例えば、弾性) を確立する際にコアの影を薄くする。シェル対コアの降伏強度の比率は、少なくとも2:1が好適であり、少なくとも3:1及び少なくとも5:1も含み、10:1程度に高くすることもできる。また明らかなのは、シェル、又は多層シェルの少なくとも外部層は、導電性にすべきであり、シェルがコアの端部を覆う場合には顕著である。(しかし、親事例には、コアの端部が露出される実施例が記載されており、その場合には、コアは導電性でなければならない。)

学術的な観点から、結果としての複合相互接続要素のばね作用 (スプリング形状) 部分に、硬質材料で保護膜生成することが唯一必要である。この観点から、コアの2つの端部の両方に保護膜生成することは一般に本質的でない。しかし、実際問題としては、コア全体に保護膜生成することが好ましい。電子コンポーネントに締結 (取り付け) られるコアの一端に保護膜生成する特定の理由、及びそれで生じる利点を、以下で更に詳細に論じる。

コアに適した材料には、限定でないが、金、アルミニウム、銅、及びそれらの合金が含まれる。これらの材料は通常、所望の物理的性質を得るために、少量の他の材料で合金化されるが、それらは例えば、バリウム、カドミウム、シリコン、マグネシウム、その他である。銀、パラジウム、プラチナ、プラチナ群の元素の金属等の金属又は合金を用いることも可能である。鉛、スズ、インジウム、ビスマス、カドミウム、アンチモン、及びそれらの合金から構成される半田が使用可能である。

電子コンポーネントの端子へのコア (ワイヤ) の一端の面对向取り付け (以下で更に詳細に論じる) は、一般に、(温度、圧力、及び/又は超音波エネルギーを用いて、ボンディングをもたらす) ボンディングしやすい任意の材料 (例えば、金) のワイヤであり、これは、本発明を実施するのに適している。非金属材料を含む、保護膜生成 (例えば、メッキ) しやすい任意の材料が、コアに使用できることも本発明の範囲内である。シェル (114、124、134、144) に適した材料には、(多層シェルの個々の層に関して、以下で論じるように) 限定ではないが、ニッケル及びその合金と、銅、コバルト、鉄及びそれらの合金と、両方とも卓越した電流搬送能力、及び良好な接触抵抗特性を呈示する、金 (特に硬質の金) 及び銀と、プラチナ群の元素と、貴金属と、半貴金属及びそれらの合金、特にプラチナ群の元素及びそれらの合金と、タングステンと、モリブデンが含まれる。半田状の仕上げが所望の場合には、スズ、鉛、ビスマス、インジウム、及びそれらの合金を用いることもできる。

これらの被覆材料を、上記に記載した各種のコア材料にわたって施すために選択される技法は、無論のこと、

用途に合わせて変化する。電解メッキ、及び無電解メッキは一般に好適な技法である。しかし、一般には、金のコアにわたってメッキを施すことは、直感的ではない。本発明の1つの態様によれば、金のコアにわたってニッケルのシェルをメッキする（特に、無電解メッキする）場合、メッキ開始を容易にするために、まず、金のワイヤシステムにわたって薄い銅の開始層を施すことが望ましい。

図1A-Eに示すような例示的な相互接続要素は、約0.001インチのコア径と、0.001インチのシェル厚を有し、従って、相互接続要素は、約0.003インチの全体径（すなわち、コア径足す2倍のシェル厚）を有する。一般に、シェルのこの厚さは、コアの厚さ（例えば、直径）の0.2-5.0（1/5から5）倍程度となる。

複合相互接続要素に関する幾つかの例示的なパラメータは、以下になる。

(a) 1.5ミルの直径を有する金のワイヤコアが、40ミルの全長、及び9ミル半径の略C字状湾曲（図1Eに匹敵）を有するように成形され、0.75ミルのニッケルでメッキされ（全体径 $=1.5+2\times0.75=3$ ミル）て、任意として金の50マイクロインチの最終保護膜を受容する。結果としての複合相互接続要素は、約3-5グラム/ミルのばね定数（k）を呈示する。使用時に、3-5ミルの偏向は、結果として9-25グラムの接触力となる。この例は、介挿物用のばね要素に関連して有用である。

(b) 1.0ミルの直径を有する金のワイヤコアが、35ミルの全長を有するように成形され、1.25ミルのニッケルでメッキされ（全体径 $=1.0+2\times1.25=3.5$ ミル）て、任意として金の50マイクロインチの最終保護膜を受容する。結果としての複合相互接続要素は、約3グラム/ミルのばね定数（k）を呈示して、プローブ用のばね要素に関連して有用である。

(c) 1.5ミルの直径を有する金のワイヤコアが、20ミルの全長、及び約5ミルの半径の略S字状湾曲を有するように成形され、0.75ミルのニッケル又は銅でメッキされる（全体径 $=1.5+2\times0.75=3$ ミル）。結果としての複合相互接続要素は、約2-3グラム/ミルのばね定数（k）を呈示して、半導体素子上に実装するためのばね要素に関連して有用である。

以下で更に詳細に示すように、コアは、丸い断面を有する必要はなく、むしろシートから延伸する平坦なタブ（矩形断面を有する）とすることもできる。理解されたのは、本明細書で用いる「タブ」という用語は「TAB」（テープ自動化ボンディング）と混同すべきでない、ということである。

多層シェル

図2Aは、端子214が設けられる電子コンポーネント212に実装された、相互接続要素210の1つの実施例200を示す。この例の場合、軟質（例えば、金）ワイヤコア216が、一端において端子214にボンディングされ、端子が

ら延伸してばね形状を有するように構成され（図1Bに示す形状に匹敵）て、自由端216bを有するように切断される。このようにワイヤのボンディング、成形、及び切断は、ワイヤボンディング装置を用いて達成される。コアの端部216aにおける接着剤は、端子214の露出表面の比較的小さい部分しか覆わない。

シェルが、ワイヤコア216にわたって配設され、この例の場合、多層化として示され、内層218と外層220を有し、その両方の層はメッキ工程により適切に施される。多層シェルの1つ以上の層が、硬質材料（ニッケル及びその合金等の）から形成されて、所望の復元性が、相互接続要素210に付与される。例えば、外層220は、硬質材料とすることができ、内層は、コア材料216上に硬質材料220をメッキする際に、緩衝又は障壁層として（あるいは、活性層、接着材層として）機能する材料とすることができる。代替として、内層218を硬質材料とし、外層220を、導電率及び半田付け可能性を含めた優れた電気的特性を呈示する材料（軟質の金等）とすることもできる。半田又はろう接型式の接触が所望の場合、相互接続要素の外層は、それぞれ、鉛-スズ半田又は金-スズろう接材料とすることができる。

端子への締結

図2Aは、総括的に、本発明の他の重要な特徴、すなわち復元性のある相互接続要素が、電子コンポーネント上の端子に確実に締結できることを示す。相互接続要素の取付端210aは、相互接続要素の自由端210bに加えられる圧縮力（矢印「F」）の結果として、大幅な機械的応力を受ける。

図2Aに示すように、保護膜（218、220）は、コア216だけでなく、連続して（中断なしに）コア216に隣接する端子214の残り（すなわち、接着剤216a以外）の露出表面全体も覆う。これによって、相互接続要素210が、端子に確実に且つ信頼性良く締結され、保護膜材料が、端子への結果としての相互接続要素の締結に対して、実質的に（例えば、50%よりも大きく）寄与する。一般に、必要なのは、保護膜材料が、コアに隣接する端子の少なくとも一部を覆うことだけである。しかし、保護膜材料は、端子の残りの表面全体を覆うことが一般に好ましい。好適には、シェルの各層は金属性である。

一般的な提案として、コアが端子に取付（接着）される比較的小さい領域は、結果としての複合相互接続要素に課せられる接触力（「F」）から生じる応力を吸収するのにあまり適さない。シェルが、端子の露出表面全体（端子へのコア端216aの取付をなす比較的小さい領域以外の）を覆うおかげで、相互接続構造全体が、端子に確実に締結される。保護膜の接着強度、及び接触力に反作用する能力は、コア端（216a）自体のそれよりはるかに高い。

本明細書で用いる「電子コンポーネント」（例えば、212）という用語には、限定ではないが、相互接続及び

介挿基板と、シリコン (Si) 又はヒ化ガリウム (GaAs) 等の任意の適切な半導体材料製の半導体ウェーハ及びダイと、生成相互接続ソケットと、試験ソケットと、親事例に記載されているような犠牲部材、要素及び基板と、セラミック及びプラスチックパッケージ、及びチップキャリアを含む半導体パッケージと、コネクタが含まれる。

本発明の相互接続要素は、特に、以下のものとして用いるのに十分適している。すなわち、

- ・半導体パッケージを有する必要がなく、シリコンダイに直接実装される相互接続要素と、
- ・電子コンポーネントを試験するために、基板（以下で更に詳細に説明する）からプローブとして延伸する相互接続要素と、
- ・介挿物（以下で更に詳細に論じる）の相互接続要素である。

本発明の相互接続要素は、それが、硬質材料の付随の通常貧弱なボンディング特性によって制限されることなく、硬質材料の機械的特性（例えば、高い降伏強度）の恩恵を受ける点で類を見ない。これは、親事例に詳しく述べられているように、シェル（保護膜）が、コアの「足場」にわたって「超構造」として機能するという事実により大いに可能になる。ここで、それら 2 つの用語は、土木工学の環境から借用したものである。これは、メッキが保護（例えば、耐腐食）被覆として用いられ、また相互接続構造に対して所望の機械的特性を付与するのが一般に不可能である、従来技術のメッキ化相互接続要素とは非常に異なる。また、これは、電気的な相互接続部に施されるベンゾトリアゾール (BTA) 等の、任意の非金属性の耐腐食被覆とはある種著しく対照的である。

本発明の多数の利点の中には、複数の自立相互接続構造が、基板の上の共通の高さに対して、減結合コンデンサを有する PCB 等のその異なるレベルから、基板上に容易に形成されるので、それらの自由端は互いに共平面にあるという利点がある。更に、本発明に従って形成される相互接続要素の電気的、及び機械的（例えば、可塑及び弾性）特性が共に、特定の用途に対して容易に合わせられる。例えば、所与の用途において望ましいのは、相互接続要素が、可塑及び弾性変形を呈示することである。（可塑変形が望ましいのは、相互接続要素により相互接続されるコンポーネントにおいて、総非平面性を吸収するためである。）弾性的な挙動が所望である場合、相互接続要素が、最小閾値量の接触力を発生して、信頼性の良い接触をもたらすことが必要である。また利点は、接触表面上に汚染膜が偶発的に存在することに起因して、相互接続要素の先端が、電子コンポーネントの端子と拭い接触をなす点にもある。

本明細書で用い、接触構造に適用される「復元性のある」という用語は、加えられた荷重（接触力）に応答し

て、主に弾性的な挙動を呈示する接触構造（相互接続要素）を意味し、また、「従順な」という用語は、加えられた荷重（接触力）に応答して、弾性的及び可塑的な挙動の両方を呈示する接触構造（相互接続要素）を意味する。本明細書で用いるような、「従順な」接触構造は、「復元性のある」接触構造である。本発明の複合相互接続要素は、従順な、又は復元性のある接触構造のどちらかの特別な場合である。

多数の特徴は、親事例に詳細に述べられており、限定ではないが、犠牲基板上に相互接続要素を製造するステップと、電子コンポーネントに複数の相互接続要素を一括転写するステップと、好適には粗い表面仕上げである接触先端を相互接続要素に設けるステップと、一時的、次いで永久的な接続を電子コンポーネントになすために、電子コンポーネント上に相互接続要素を使用するステップと、相互接続要素を、それらの対向端での間隔とは異なる一端での間隔を有するように配列するステップと、相互接続要素を製造するステップと同一工程のステップで、ばねクリップ、及び位置合わせピンを製造するステップと、接続されたコンポーネント間での熱膨張による差異を吸収するように、相互接続要素を使用するステップと、個別の半導体パッケージ (SIMN 等の) 必要性を廃除するステップと、任意として、復元性のある相互接続要素（復元性のある接触構造）を半田付けするステップとを含む。

制御されたインピーダンス

図 2B は、多層を有する複合相互接続要素 220 を示す。相互接続要素 220 の最内部（内部の細長い導電要素）222 は、上述したように、未被覆コアか、又は既に保護膜生成されているコアのいずれかである。最内部 222 の先端 222b は、適切なマスキング材料（不図示）でマスクされる。誘電体層 224 が、電気泳動工程等により最内部 222 にわたって施される。導電材料の外層 226 が、誘電体層 224 にわたって施される。

使用時に、外層 226 を電気的に接地することにより、結果として、相互接続要素が、制御されたインピーダンスを有することになる。誘電体層 224 用の例示的な材料は、高分子材料であり、任意の適切な仕方で、且つ任意の適切な厚さ（例えば、0.1—3.0 ミル）に施される。

外層 226 は多層とすることができる。例えば、最内部 222 が未被覆のコアである例では、相互接続要素全体が復元性を呈示することが所望である場合、外層 226 のうち少なくとも 1 つの層は、ばね材料である。

プローブカード挿入

図 2C は、複数（図示では多くのうち 6 個）の相互接続要素 251—256 が、プローブカード挿入（慣用的な仕方でプローブカードに実装される副アセンブリ）等の電子コンポーネント 260 の表面上に実装される実施例 250 を示す。プローブカード挿入の端子及び導電トレースは、図示の明瞭化のために、この図面から省略されている。相

互接続要素251…256の取付端は、0.010インチといった第1のピッチ（間隔）で始まる。相互接続要素251…256は、それらの自由端（先端）が0.005インチといった第2の微細なピッチとなるように、成形及び／又は配向される。あるピッチから別のピッチへと相互接続をなす相互接続アセンブリは、通常、「間隔変換器」と呼ばれる。

図示のように、相互接続要素の先端251b…256bは、2つの平行な列状に配列されるが、これは例えば、接着パッド（接点）の2つの平行な列を有する半導体素子に接触させる（試験及び／又はエージング時に）ためである。相互接続要素は、他の先端パターを有するように配列できるが、これは、アレイ等の他の接点パターンを有する電子コンポーネントに接触させるためである。

一般に、本明細書に開示される実施例を通じて、1つの相互接続要素しか示さないが、本発明は、複数の相互接続要素を製造して、周辺パターン又は矩形アレイパターンといった、互いに規定の空間関係で複数の相互接続要素を配列することにも適用可能である。

犠牲基板の使用

電子コンポーネントの端子への直接的な相互接続要素の実装を以上に説明した。総括的に言うと、本発明の相互接続要素は、犠牲基板を含む任意の適切な基板の任意の適切な表面に製造、又は実装可能である。

親事例に注目されたいが、これには、例えば電子コンポーネントへの後続の実装のための別個、且つ特異な構造として、複数の相互接続構造（例えば、復元性のある接触構造）を製造する図11A-11Fに於いての記載、及び犠牲基板（キャリア）に複数の相互接続要素を実装し、次いで電子コンポーネントにひとまとめで複数の相互接続要素を転写する図12A-12Cに於いての記載がある。

図2D-2Fは、犠牲基板を用いて、先端構造を実施した複数の相互接続要素を製造するための技法を示す。

図2Dは、技法250の第1のステップを示し、マスキング材料252のパターン化層が、犠牲基板254の表面上に施される。犠牲基板254は、例として、薄い（1-10ミル）銅又はアルミニウム箔とすることができ、マスキング材料252は、共通のホトレジストとなる。マスキング層252は、相互接続要素の製造を所望する位置256a、256b、256cにおいて、複数（図示では多くのうち3個）の開口を有するようにパターン化される。位置256a、256b、及び256cは、この意味で、電子コンポーネントの端子に匹敵する。位置256a、256b、及び256cは、この段階で好適に処理されて、粗い又は特徴的な表面模様を有する。図示のように、これは、位置256a、256b、及び256cにおいて、箔254に窪みを形成する型押し治具257で機械的に達成される。代替として、3つの位置での箔の表面を、表面模様を有するように化学的にエッチングすることも可能である。この一般的な目的をもたらすのに適した任意の技法は、本発明の範囲内にあり、例えばサンド

ブラस्टینگ、ピーニングその他である。

次に、複数（図示では多くのうち1つ）の導電性先端構造258が、図2Eに示すように、各位置（例えば、256b）に形成される。これは、電解メッキ等の任意の適切な技法を用いて達成され、多層の材料を有する先端構造を含む。例えば、先端構造258は、犠牲基板上に施されるニッケルの薄い（例えば、10-100マイクロインチ）障壁層、続いて軟質の金の薄い（例えば、10マイクロインチ）、続いて硬質の金の薄い（例えば、20マイクロインチ）層、続いてニッケルの比較的厚い（例えば、200マイクロインチ）層、軟質の金の最終の薄い（例えば、100マイクロインチ）層を有する。一般に、ニッケルの第1の薄い障壁層は、後続の金の層が、基板254の材料（例えば、アルミニウム、銅）によって「腐敗」されるのを防止するために設けられ、ニッケルの比較的厚い層は、先端構造に強度を与えるためであり、軟質の金の最終の薄い層は、容易に接着される表面を与える。本発明は、先端構造を犠牲基板上に形成する方法の如何なる特定例にも限定されない。というのは、これらの特定例は、用途に応じて必然的に変化するためである。

図2Eに示すように、相互接続要素用の複数（図示では多くのうち1つ）のコア260が、例えば、上記した電子コンポーネントの端子に軟質のワイヤコアをボンディングする技法のいずれかによって、先端構造258上に形成される。コア260は次に、上記の仕方では好適には硬質材料262で保護膜生成され、マスキング材料252が次いで除去され、結果として、図2Fに示すように、犠牲基板の表面に実装される複数（図示では多くのうち3つ）の自立相互接続要素264となる。

図2Aに関連して説明した、端子（214）の少なくとも隣接した領域を覆う保護膜材料と同様に、保護膜材料262は、それらの対応する先端構造258にコア260を確実に締結し、所望の場合、結果としての相互接続要素262に復元特性を付与する。親事例で注記したように、犠牲基板に実装される複数の相互接続要素は、電子コンポーネントの端子に一括転写される。代替として、2つの広範に分岐した経路をとることもできる。

図2Gに示すように、犠牲基板254は、選択性化学エッチング等の任意の適切な工程により簡単に除去される。ほとんどの選択性化学エッチングは、他方の材料よりかなり大きな比率で一方の材料をエッチングし、また、他方の材料は、その工程で僅かしかエッチングされない。この現象を有利に用いて、犠牲基板の除去と同時に、先端構造におけるニッケルの薄い障壁層が除去される。しかし、必要ならば、薄いニッケル障壁層は、後続のエッチングステップでも除去可能である。これによって、結果として、複数（図示では多くのうち3つ）の個々に離散し特異な相互接続要素264となり、これは点線266で示され、電子コンポーネント上の端子に（半田付け又はろう接等により）後で装着される。

また、言及すべきは、保護膜材料が、犠牲基板及び／又は薄い障壁層を除去する工程で、僅かに薄くされるといふ点である。しかし、これが生じないほうが好ましい。

保護膜の薄小化を防止するには、金の薄い層、又は例えば、約20マイクロインチの硬質の金にわたって施される約10マイクロインチの軟質の金が、保護膜材料262にわたって最終層として施されることが好ましい。かかる金の外層は、主に、その優れた導電率、接触抵抗、及び半田付け可能性を意図するものであり、障壁層及び犠牲基板の除去に用いることを意図した、ほとんどのエッチング溶液に対して、一般に不浸透性が高い。

代替として、図2Hに示すように、犠牲基板254の除去に先行して、複数（図示では多くのうち3つ）の相互接続要素264が、内部に複数の穴を有する薄いプレート等の任意の適切な支持構造266によって、互いの所望の空間関係で「固定」され、それに基づき犠牲基板が除去される。支持構造266は、誘電体材料、又は誘電体材料で保護膜生成される導電材料とすることができる。シリコンウェーハ又は印刷回路基板等の電子コンポーネントに、複数の相互接続要素を装着するステップといった、更なる処理ステップが次に進行する。加えて、幾つかの用途において、相互接続要素264の先端（先端構造に対向した）が移動しないように安定化することが望ましく、これは特に、そこに接触力が加えられる場合である。この目的のために、また望ましいのは、誘電体材料から形成されたメッシュといった、複数の穴を有する適切なシート268で、相互接続要素の先端の移動に制約を与えることである。

上記の技法250の特異な利点は、先端構造（258）が、事実上任意の所望の材料から形成されて、事実上任意の所望の模様を有する点にある。上述したように、金は、導電性、低い接触抵抗、半田付け可能性、及び腐蝕耐性という卓越した電気的特性を呈示する貴金属の一例である。金は又可鍛性であるので、本明細書に記載の相互接続要素、特に本明細書に記載の復元性のある相互接続要素のいずれかにわたって施される、最終の保護膜とするのに極めて十分適している。他の貴金属も同様に望ましい特性を呈示する。しかし、かかる卓越した電気的特性を呈示する、ロジウム等の幾つかの材料は、一般に、相互接続要素全体に保護膜生成するのに適切でない。例えば、ロジウムは、著しく脆く、復元性のある相互接続要素上の最終保護膜として十分には機能しない。これに関して、技法250に代表される技法は、この制限を容易に克服する。例えば、多層先端構造（258を参照）の第1の層は、（上記のように金ではなく）ロジウムとすることができ、それにより、結果としての相互接続要素のいかなる機械的挙動にも何の影響を与えず、電子コンポーネントに接触させるために、その優れた電気的特性を引き出す。

図2Iは、相互接続要素を製造するための代替実施例270を示す。この実施例の場合、マスキング材料272が、犠牲基板274の表面に施されて、図2Dに関して上記した技法と同様にして、複数（図示では多くのうち1つ）の開口276を有するようにパターン化される。開口176は、相互接続要素が、自立構造として製造される領域を規定する。（本明細書に記載の説明を通じて用いる、相互接続要素が「自立」であるのは、その一端が、電子コンポーネントの端子、又は犠牲基板のある領域にボンディングされ、また、その他端が、電子コンポーネント、又は犠牲基板にボンディングされない場合である。）

開口内の領域は、犠牲基板274の表面内に延伸する単一の窪みで278示されるように、1つ以上の窪みを有するように、任意の適切な仕方でも模様加工される。

コア（ワイヤシステム）280が、開口276内の犠牲基板の表面にボンディングされて、任意の適切な形状を有する。この図示の場合、例示の明瞭化のために、1つの相互接続要素の一端しか示されていない。他端（不図示）は、電子コンポーネントに取り付けられる。ここで容易に見られるのは、コア280が、先端構造258ではなく、犠牲基板274に直接ボンディングされるという点で、技法270が上述した技法250とは異なるということである。例として、金ワイヤコア（280）が、慣用的なワイヤボンディング技法を用いて、アルミニウム基板（274）の表面に容易にボンディングされる。

工程（270）の次のステップでは、金の層282が、コア280にわたって、また、窪み278内を含む、開口276内の基板274の露出領域上に施される（例えば、メッキにより）。この層280の主な目的は、結果としての相互接続要素の端部に、接触表面を形成することである（すなわち、犠牲基板が除去されると）。

次に、ニッケル等の比較的硬質な材料の層284が、層282にわたって施される。上述したように、この層284の1つの主な目的は、結果としての複合相互接続要素に所望の機械的特性（例えば、復元性）を付与することである。この実施例において、層284の他の主な目的は、結果としての相互接続要素の低い方の（図示のように）端部に製造される接触表面の耐久性を強化することである。金の最終層（不図示）が、層284にわたって施されることになるが、これは、結果としての相互接続要素の電気的特性を強化するためである。

最終ステップにおいて、マスキング材料272、及び犠牲基板274が除去され、結果として、複数の特異な相互接続要素（図2Gに匹敵）か、又は互いに所定の空間関係を有する複数の相互接続要素（図2Hに匹敵）のいずれかとなる。

この実施例270は、相互接続要素の端部に模様加工の接触先端を製造するための代表的な技法である。この場合、「ニッケルの金上重ね」接触先端の卓越した一例を説明した。しかし、本明細書に記載の技法に従って、他

の類似の接触先端が、相互接続要素の端部に製造可能であることも本発明の範囲内である。この実施例270の別の特徴は、接触先端が、以前の実施例250で意図したような犠牲基板(254)の表面内ではなく、犠牲基板(274)の頂部全体に構成される点にある。

シートからの相互接続要素の形成

上記の説明は主に、軟質ワイヤコアと硬質保護膜が代表例である、成形及び保護膜生成されたワイヤコアから、複合相互接続要素を形成する方法に概ね的を絞った。

本発明は又、金属シート、好適には軟質金属シートであり、成形され、好適には硬質材料で保護膜生成される平坦な伸長要素(タブ)を形成するためにパターン化される(型打ち、又はエッチング等により)金属シートから形成される、相互接続要素の形成法にも適用可能である。

この技法、及びこれから明らかになるが、続いて説明する技法の1つの利点は、容易に形成(打ち抜き、及び成型)される軟質で復元性のない金属シートを、復元性を呈示させるために成形され、硬質材料で保護膜生成される、以前に説明した軟質ワイヤコアと同様にして、保護膜生成して所望の機械的特性を呈示させることが可能である、という点にある。

複数の平坦なタブ相互接続要素を、個々の接触構造として形成し、続いて支持シート等で、互いに近接して支持可能であるということも本発明の範囲内である。

LGAソケット

ランド・グリッド・アレイ(LGA)半導体パッケージを以前に説明し、これらは、多数の用途で利点があり、本発明に関連して、表面上に端子(パッド、接触領域)のアレイを有する任意の電子コンポーネントの代表例であり、そのためには、電子コンポーネントが、回路基板等の別の電子コンポーネントに容易に実装され、且つそれから容易に取り外されることが望ましい。

図3は、半田降下接着(表面実装)LGAソケット300の一実施例であり、これは、印刷回路板(PCB)基台302に実装され、LGAパッケージ304のパッドに圧力接触される。本明細書で用いる「ソケット」という用語は、別の電子コンポーネントの端子、又は接点に電気的接続をなすのに適した、相互接続要素を有する電子コンポーネントのことを言う。本発明のソケットは、半導体パッケージが、回路基板に取り外し可能に接続されるのを可能にすることを主に意図している。

PCB302は、その上部(図示のような)表面に複数(図示では多くのうち4つ)の端子306を有し、LGAパッケージ304は、その下部表面304aに配設される複数(図示では多くのうち4つ)の端子(接点の外部の)308を有する。ソケット300は、回路基板302の対応する接触領域(端子、パッド)と、LGAパッケージ304との間で複数の接続をもたらすが、これは以下のようにしてなされる。

ソケット300には、例えば慣用的なPCB材料から形成される支持基板310が含まれ、また、慣用的な仕方ではメッキされた複数(図示では多くのうち4つ)のスルーホール312が設けられる。各スルーホール312は、支持基板310の上部表面310aと下部表面310b上に常駐する部分を有する。複数(図示では多くのうち4つ)の半田付け性の良い隆起した接触構造314(例えば、慣用的な半田ボール)が、支持基板310の下部表面310b、すなわちメッキされたスルーホール312の下部表面の部分に配設される。

これら半田ボール314を絶縁基板の下部表面に実装するために、上記の技法といった多数の技法が適用している。半田ボールを電子コンポーネントに実装するための別の適切な技法を、図7A-7Cに関連して以下で説明する。

この実施例、及び続いて説明する実施例の半田ボールは、支持基板の下部表面に配設される「接触構造」として機能する。これら接触構造が、かなりの復元性を呈示することは意図しておらず、これら接触構造が、好適には半田ボールであることを意図している。

複数(図示では多くのうち4つ)の自立型で復元性のある接触構造320が、メッキされたスルーホール312の上部表面にコアを実装して、硬質材料でコアに保護膜生成することにより、支持基板310の上部表面310aに実装されるが、これは以前に詳細に説明した。これら復元性のある接触構造320は、例えば、支持基板310の上部表面310aから約20-100ミル延伸し、本発明の複合相互接続要素に適合する。

本明細書に開示される半田降下接着ソケットが、支持基板の上部表面に実装される、本明細書に開示の複合相互接続要素以外の復元性のある接触構造を備えることが可能であることも、本発明の範囲内である。主に以降では、支持基板の頂部に実装される復元性のある接触構造を、簡単に「相互接続要素」と呼ぶ。

相互接続要素320の各々は、その基底部(近位端)320aにおいて支持基板310に締結され、また、先端(遠位端)320bを有する。所与のパターンで、且つ所与のピッチで配設されたパッド308を有する、所与のLGA半導体パッケージに対して、相互接続要素は、先端320bが、パッド308に対応するパターン、及びピッチで配設されるように形成される。

従って、ソケット300は、支持基板310の上部表面310aから延伸する複数の自立型の相互接続要素と、支持基板310の下部表面310bに配設される複数の半田ボール314を有する。以下で説明するように、これによって、LGAパッケージ、又は同様の電子コンポーネントをPCB基板に取り外し可能に接続することが可能になる。

使用時に、ソケット300は、半田ボール314をリフローすることにより、PCB302上に半田降下接着され、また、LGAパッケージ304は、そのパッド308が相互接続要素320の先端320bに接触して、互いに圧力接続をなすように、

ソケット300上に配設される。パッド308と先端320bの間の位置合わせを維持するために、フレーム要素330がソケット300の周りに設けられる。

LGAパッケージ（又は、半導体ダイを含む他の電子コンポーネント）が、復元性のある接触構造上に（支持基板310の上部表面に概ね垂直な方向で）押し下げられる（図で見て垂直方向下方に）と、復元性のある接触構造の先端320bは、主に垂直（図で見て）方向に偏向して、先端320bと端子（308）の間に圧力接続をもたらすことになる。しかし、水平（図で見て）方向（支持基板310の上部表面に概ね平行な）の先端偏向の成分も存在することになり、これによって、先端320bが、端子308を横切って拭い動作させられる。この拭い作用は、限定ではないが、先端320bの端子308の間で信頼性の良い圧力接続を保証するために望ましい。

フレーム要素330は、任意の適切な、好適には熱可塑性樹脂等の絶縁材料から形成され、概ねリング形状（環状）であり、また支持基板310の周辺まわりに適合するように寸法決めされる。フレーム要素330は、本体部332と内部表面334を有する。フレーム要素330の内部表面334には、段差部（減少した直径の領域）336が設けられる。

支持基板310の上部表面310aは、段差部336の下側（図で見て）表面に対して適切に配設されて、そこに、適切な接着剤（不図示）で固定される。このようにして、フレーム要素330は、支持基板310を保持することになる。支持基板310の周辺エッジと、フレーム要素330の本体332との間の小さな（例えば、2ミル以下）間隙が許容される。

LGAパッケージ304の下部表面304aは、段差部336も上側（図で見て）表面に対して適切に設置される。このようにして、フレーム要素330は、支持基板310に相對した、LGAパッケージ304の一部を確立することになる。LGAパッケージ304の周辺エッジと、フレーム要素330の本体332との間の小さな（例えば、1-2ミル）間隙が概して望ましい。

ここで理解されたいのは、矩形又は正方形の電子コンポーネント（例えば、半導体パッケージ304、支持基板310）の場合、フレーム要素は、丸い（円形の）リングではなく、矩形又は正方形のリングの形態をとるということである。上記に用いた「直径」という用語は、単に、フレーム要素の横方向寸法であると見なされる。

本発明のこの実施例のソケット300の場合、相互接続要素320は復元性があり、LGAパッケージ304が、相互接続要素320を偏向させて、LGAパッケージ304のパッド308に圧力接触させることが必要である。これには、段差部336の垂直方向（図で見て）の大きさが、相互接続要素の偏向されない高さよりも明らかに少ないことが必要となる。別の方法をとると、段差部336の上部（図で見て）表面は、距離「X」だけ、相互接続要素320の先端320bよりも、支持基板310の上部表面310aに近くなる。この距離「X」は、相互接続要素320の所望の偏向量に依存することになり、超小型電子コンポーネントに対して圧力接続をもたらすために、10-20ミルの偏向が「公称」である。一般的な提案として、超小型電子コンポーネントに対して効果的な圧力接続をなすためには、約5-20グラムの接触力が望ましい。この接触力は、相互接続要素（320）のばね定数と、相互接続要素（320）に課せられる偏向量の結果である。

明らかに、相互接続要素320に対して、LGAパッケージ304を下方に（図で見て）保持（押圧、機械的に偏倚）するための手段を設けることが重要である。この目的のために、任意の適切な機構を使用することができ、それは例えば、フレーム要素330の本体332を横切って全体に延伸する、ばねクリップ340である。

代表的なばねクリップ340は、2つの端部342と344を有する。各端部342と344は、図示のように、フレーム要素330の外部表面の対応する凹部（図示しているが符号なし）内とへクリップ留めされる。代表的なばねクリップ340は弓形であるので、その中間部346は、下方（図示のように）への力を、LGAパッケージ304の上部表面304bに与える。LGAパッケージの下方への「移動量」は、フレーム要素330の段差部336の上部表面によって制限される。

ばねクリップ（340）の端部（342と344）が、回路基板（302）を介して延伸する穴（不図示）内に挿入されて、適所に電子コンポーネント（304）を保持可能であることも、本発明の範囲内である。

また、ばねクリップ（340）、又は任意の類似の押し下げ機構が、電子コンポーネント（304）に関連したヒートシンク（不図示）に作用可能である。又は電子コンポーネント（304）上に配設されたヒートシンクの1つのコンポーネントとして組み込み可能であることも、本発明の範囲内である。

代表的なばねクリップ340以外の手段を用いて、相互接続要素320の先端に対して、LGAパッケージ304を偏倚させることも、本発明の範囲内である。

使用時に、ソケット300はPCB302上に半田降下接着され、電子コンポーネント（例えば、LGAパッケージ304）が、フレーム要素330内へとクリップ留めされて、半導体パッケージ（304）の外部接点を、復元性のある接触構造（320）の先端（320b）に対して、支持基板（310）の上部表面（310a）に概ね垂直（すなわち、90度）である方向に押圧する。このようにして、取り外し可能な接続が、複数の外部接点（308）と復元性のある接触構造（320）の間でなされる。LGAパッケージ304を交換することは、クリップ（340）を取り外し、LGAパッケージを交換して、クリップを交換するという単純な問題である。

明らかであるが、電子コンポーネント304が、相互接

31

統要素320上に下方へと（図で見て）押圧される際に、相互接続要素320の先端320bは、下方向（図面で見て垂直方向）と、より少ない量だけ、横方向（図面で見て水平方向）の両方向に偏向することになる。先端320bの水平移動により、先端320bが、電子コンポーネント304の先端308を横切って「拭い移動」させられ、それによって更に、信頼性の良い圧力接続を、相互接続要素320の先端320bと電子コンポーネント304の先端308との間にもたすことが保証される。

図3において、例示の明瞭化のために、半田ボール314を、半田降下接着工程でリフローされていないように示している。加えて、半田ボール314と接触領域312の間の界面を滑らかにする、半田「面取り」は、例示の明瞭化のために省略している。

相互接続要素320の基底部320aが、先端320bのパターン及びピッチとは異なる、パターン及びピッチで配列されることも本発明の範囲内である。かかる目的を達成するための技法、及びその技法の潜在的な望ましさは、図2Cに示されており、また上述のPCT特許出願PCT/US94/13373（例えば、その図23を参照）にも示されている。

また、支持基板310の下部表面の半田ボール314を、基底部320aのパターン及びピッチとは異なる、パターン及びピッチで配列することも、本発明の範囲内である。かかる目的を達成するための技法は、周知のところであり、例えば多層回路基板の使用により接続を再経路指定することでなされる。

複合相互接続要素（320）のコアの保護膜となる硬質材料を、上述の米国特許出願第08/452,255号に記載されているように、微細突起を示す樹枝状、又はそれに類似することも、本発明の範囲内である。

図3は又、フレーム要素330、ゆえに回路基板302に面对向して支持基板310を位置決め（位置合わせ）するための代表的な機構も示している。この目的のために、フレーム要素330の下部表面には、それと一体に形成される位置決めピン350が設けられ、PCB310には、対応する穴352が設けられる。ピン350は、穴352の直径よりも僅かだけ（例えば、0.003インチ）小さい直径を有し、テーパ付けされる。このようにして、ピン350は、穴352内に容易に挿入することになり、フレーム要素330は、所望であれば少量の任意の適切な接着剤で、PCB302に固定される。ピン350と穴352は任意の機能である。それらは、逆にするか、又は省略することも可能であり、また、PCB（302）に面对向してフレーム要素（330）を位置決めするために、任意の他の適切な手段も使用でき、これには、支持基板自体から（又はそれへと）延伸する位置合わせピンが含まれる。淨きピン位置合わせは、穴352の寸法を、ピン350よりも2〜5ミル大きく（直径で）することにより容易に達成される。

ピン350が、フレーム要素330の本体部332と一体に形成されるか、又は任意の適切な技法（例えば、穴への挿

32

入、接着剤、超音波溶着等）により、フレーム要素330の本体部332に取り付けられる、個別且つ特異な要素として形成されることも、本発明の範囲内である。

半田ボール（314）は、電気的接続（例えば、ピン、パッド、リード）をもたらす代替方法ではなく、ソケット（300）と回路基板（302）の接触領域（306）の間で電気的接続をなすための機構として利用する方が好ましい。半田ボール（314）は、リフロー時に、回路基板（302）上の対応する接触領域（306）と自己整合する傾向を有し、また、コンポーネント組立装置で容易に扱えられる「慣用的な」仕方で、回路基板にソケットを確実、且つ永久的に装着するように機能する。

回路基板にソケットを位置決めするための機構を、ピン350及び穴352以外とすることができると、また、回路基板にソケットを固定する追加の機能性が、かかる位置決め機構で達成できることも、本発明の範囲内である。例えば、穴（352）を介してソケット本体（332）内へと（又は、それを介して）通るスクリュー（不図示）が、回路基板（302）にソケットを固定する。

図3Aは、本発明のソケット300の代替実施例300Aを示す。以前の実施例の場合のように、フレーム要素330Aには、支持基板310の下部表面310bの充分下、例えば約15ミルまで延伸する本体部332が設けられるため、半田ボール314のリフローに起因した半田結合に対して、予め規定された高さ（図で見て垂直方向）が確立される。

図3Aは又、任意の補強要素360（268に匹敵）も示す。補強要素360は、相互接続要素（320）が延伸する複数の開口を備えた、単に平坦な平面要素であり、相互接続要素（320）の先端（320b）の付近に配設される。補強要素360は、絶縁材料から形成され、また、フレーム要素330Aと一体に形成することもできる。代替として、補強要素360は、ポリエチレン、ポリプロピレン、繊維ガラス、ネオプレン、ナイロン、サランその他といった任意の適切な材料からなる、網状遮蔽又は穿孔シート等の個別要素である。補強要素360は、相互接続要素の数よりも多い開口を有することもでき、相互接続要素の復元特性にそれほど悪影響をあたえない。一般に、開口は、それを介して相互接続要素が延伸するのに充分大きくすべきである。補強要素360は又、絶縁（誘電体）材料で覆われる金属性材料とすることもできる。

補強要素360の主な目的は、取扱い時に、相互接続要素（320）への機械的損傷（先端との偶発的接触）を防止することである。加えて、補強要素360、及びそれを介する穴は、相互接続要素が、電子コンポーネントの端子に圧力接触している際に、相互接続要素の先端の拭い（図で見て水平方向）移動の大きさを制限するように、寸法決め、成型、及び配設される。

拭い移動は、圧力接触時に最も確実に望ましい。そうとは言っても、ほとんどの用途においては、復元性のある相互接続要素の先端の拭い移動を制限して、先端が、

圧力接触している電子コンポーネントの端子から全く外れて、それ自体拭い移動しないのを保証することが望ましい。例えば、本発明の技法に従って形成され、30ミルの断面寸法（丸であれば直径）を有する電子コンポーネントの端子に圧力接続し、4ミルの直径（断面寸法）を有する複合相互接続要素を考えてみる。明らかに、端子の中心に、復元性のある相互接続要素の先端の初期接触の照準を合わせることが好ましい（これは、30ミル径の円内に同心に配置された4ミル径の円として描くことができる）。端子の中心に、復元性のある相互接続要素の先端の照準を合わせることが、多数のかかる復元性のある相互接続要素、及びかかる端子を取扱い、製造公差を許容する場合に好ましい。復元性のある相互接続要素の先端が、その初期接触位置から13ミルだけ拭い移動するのが許可されており、また仮定として、初期接触が、端子の中心に正確になされる場合、先端は、端子からまさに外れて拭い移動し始める。別の4ミルの拭い移動により、先端は端子から全く外れることになり、それらの間で効果的な圧力接触をなすという可能性が完全になくなる。従って、復元性のある相互接続要素の拭い移動を制限することが望ましく、また、補強要素360が重要な特徴となる。好適には、本明細書で意図する圧力接続は、少なくとも10ミルの断面寸法（丸であれば直径）を有する電子コンポーネントの端子に対してなされる。ここで理解されたいのは、拭い移動の制限は、本明細書に開示のいずれの実施例に対しても限定を与えるものではない、ということである。

図3に関して例示、及び説明したような、復元性のある相互接続要素の配列を用いて、限定ではないが、裸の（未パッケージの）半導体ダイを含む任意の電子コンポーネントに対して、複数の圧力接続をなすことが可能であることは、明らかに本発明の範囲内である。

図3Bは、実施例300、又は実施例400（以下で説明する）のようにして、電子コンポーネントを取り外し可能に受容することに適用可能なソケット350の他の実施例を示す。主に本明細書で説明したソケットは、支持基板（例えば、310）の上部表面に実装される、復元性のある接触構造（例えば、320）を有するのに対して、この実施例350の場合、復元性のある接触構造の端部が、支持基板内へと延伸する。

図3Bに示すように、支持基板352（310に匹敵）には、複数（図示では多くのうち1つ）のメッキされたスルーホール354（312に匹敵）が設けられる。支持基板352は、上部表面352a（310aに匹敵）と下部表面352b（310bに匹敵）を有する。支持基板352は、慣用的な印刷布線基板（PCB、回路基板）が適している。周知のように、スルーホール354は、支持基板352の上部表面352a上で露出する導電領域と、支持基板352の下部表面352b上で露出する導電領域とを有する。

この代表的な実施例350の場合、2つの端部を有する

復元性のある接触構造356が、締め込みにより、メッキされたスルーホール354の各々へと挿入される。換言すると、復元性のある接触構造356の下端356a（320aに匹敵）が、スルーホール354のボア内にぴったりと嵌合するように寸法決めされる。復元性のある接触構造356の下側（底）端部のみが示されているが、そのばね形状及び先端配向は、復元性のある接触構造が、電子コンポーネントのパッド端子（上記308に匹敵）、又は電子コンポーネントの半田ボール端子（下記408に匹敵）と圧力接触をなすかいずれかを意図するかに、最終的に依存することになる。

複数（図示では多くのうち1つ）の半田ボール358が、支持基板352の下側表面において露出する、スルーホール354の導電領域に配設される。このようにして、ソケットアセンブリが設けられるが、これは、上記及び下記に共に開示の多数の実施例に見合っており、その上部表面から延伸する復元性のある接触構造を備えて、電子コンポーネント（例えば、LGA半導体パッケージ、BGA半導体パッケージ、裸の半導体ダイ等）の端子に圧力接続をなして、また、その下部表面に配設される復元性のない半田付け性の良い接触構造を備えて、マザーボード等の別の電子コンポーネントに永久的な接続をなす。基板の頂部における復元性のある接触構造と、基板の直下における復元性のない接触構造というこの「混成」配列は、上述のPCT/US94/13373の図7に示される構成と類似であり、これには、コンプライアンスが相互接続コンポーネントの1つの側にのみ必要とされる状況が記載されている。

図3Cは、ソケット370の他の実施例を示し、これは、復元性のある接触構造の端部が、支持基板の頂部に実装されるのではなく、支持基板内へと延伸する点で、以前に説明した実施例350と類似している。支持基板の上部表面に実装されないが、これらの実施例350及び370において、復元性のある接触構造が、支持基板の上部表面から同様に延伸する。

この実施例370の場合、支持基板372（352に匹敵）には、メッキされない複数（図示では多くのうち1つ）のスルーホール374（354に匹敵）が設けられる。支持基板372は、上部表面372a（352aに匹敵）と下部表面372b（352bに匹敵）を有する。支持基板372は、慣用的な印刷布線基板（PCB、回路基板）から、又はプラスチック（例えば、モールドされた）部品として適切に形成される。

この代表的な実施例370において、2つの端部を有する復元性のある接触構造376が、締め込みにより、スルーホール374の各々内に挿入される。換言すると、復元性のある接触構造376の下端376a（356aに匹敵）が、スルーホール374のボア内にぴったりと嵌合するように寸法決めされる。復元性のある接触構造376の下側（底）端部のみが示されているが、そのばね形状及び先端配向は、復元性のある接触構造が、電子コンポーネントのバ

ッド端子（上記308に匹敵）、又は電子コンポーネントの半田ボール端子（下記408に匹敵）とのいずれかの圧力接触を意図するかに、最終的に依存することになる。

複数（図示では多くのうち1つ）の半田ボール378が、各スルーホール374の位置において、支持基板372の下部表面372bに配設されるので、スルーホール374を介して延伸する復元性のある接触構造376の下（図で見て）端に、「直接」（すなわち、メッキされたスルーホール、又は支持基板内の布線層という仲介なく）電気的に接続される。

復元性のある接触構造376が、支持基板を介して十分に挿入され、その結果それらの下（図で見て）端が、支持基板372の下部表面372bを僅かに（例えば、5-30ミル）越えて延伸することは利点がある。これによって、半田付け性の良い表面が、対応する半田ボール378に対して与えられる。このような場合、復元性のある接触構造376の下端は、半田ボール378内に埋め込まれる（不図示）ことになる。加えて、支持基板372の下部（図で見て）表面を越えて延伸する、復元性のある接触構造の部分が、曲げられて（例えば、支持基板の下部表面に対し20度90度だけ）、復元性のある接触構造が支持基板内に固定され、その後半田ボール378が実装される。

このようにして、ソケットアセンブリが設けられるが、これは、上記及び下記に共に開示の多数の実施例に見合っており、その上部表面から延伸する復元性のある接触構造を備えて、電子コンポーネント（例えば、LGA半導体パッケージ、BGA半導体パッケージ、裸の半導体ダイ等）の端子に圧力接続をなして、また、その下部表面に配設される復元性のない半田付け性の良い接触構造を備えて、マザーボード等の別の電子コンポーネントに30永久的な接続をなす。

本明細書（上記及び下記）に記事の幾つかのソケット実施例において、支持基板は、慣用的な回路基板等の堅固な部材であるか、又は周辺リング（例えば、上記のフレーム要素330、下記のフレーム要素430等）により、適切に堅固な仕方（剛体化）で拳動せしめることが可能な柔軟な部材であることが適している。

本明細書に開示の幾つかのソケット実施例において、有利には、ソケットは復元性のある接触構造を含み、これは、支持基板の上部表面に堅固に実装されるか、又は40（支持基板を介することも含めて）支持基板の上部表面内に「突き押され、て、半導体パッケージ又は裸（未パッケージ）の半導体ダイ等の別の電子コンポーネントに圧力接続される。これら上部の相互接続要素は、リン青銅又はバリリウム銅から形成される伸長部材等の、慣用的な復元性のある接触構造とするか、又は本明細書に開示の複合相互接続要素（保護膜付きコア）とすることができる。本明細書に開示される技法の1つの利点は、支持基板の上部表面から延伸する復元性のある接触構造が、半田付け又はろう接等の結合材料及び技法を用いる50

必要なく、支持基板に実装される点にある。支持基板の下部表面における接触構造として、半田ボールを用いることは、支持基板とマザーボード等の別の電子コンポーネントとの間で、永久的な接続をなすために好適である。ゆえに、「半田降下接着ソケット」という用語を用いる傾向にある。しかし、ピン等の接触構造を、基板の下部表面に使用できることも、本発明の範囲内である。BGAソケット

ボール・グリッド・アレイ（BGA）半導体パッケージ10には、PCBに半導体パッケージを実装するための人気の型式となっている。工業規格は規定されてなく、製品はメーカー間で変化に富んでいるが、50ミル間隔（1つのボールから隣接したボールへの）で約30ミル径球状ボールの代表的な寸法を以下の例で用いる。一般的な提案として、これらの寸法は、半田ボールを半導体パッケージに製造するための各種技法を用いて、比較的容易に維持される。

図4は、印刷回路基板（PCB）402に実装して、BGAパッケージ404、又は匹敵する電子コンポーネントのパッドに圧力接触させるための、半田降下接着（表面実装）BGAソケット400の1つの実施例を示す。前のように、「ソケット」という用語は、相互接続要素を有して、別の電子コンポーネントに対して電気的接続をなすのに適した電子コンポーネントを言う。一般に、以前の実施例に付随の利点及び変形の大部分が、この実施例400にも適用できる。

回路基板402は、以前の実施例300において説明した回路基板302と概ね同じであり、その上部（図で見て）表面に配設された複数（図示では多くのうち5個）の端子（接触領域）406を有する。BGAパッケージ404は、その下部表面404aに配設された複数（図示では多くのうち5個）の半田ボール（外部の接点）408を有する。ソケット400は、PCB402の対応する端子（パッド）と、BGAパッケージ404のボールとの間で、以下のようにして、複数の接続をもたらす。

ソケット400には、例えば慣用的なPCB材料から形成された支持基板410が含まれ、また複数（図示では多くのうち5個）のメッキされたスルーホール412が、慣用的な仕方（例えば、慣用的な半田ボール等）で設けられる。各スルーホール412は、支持基板410の上部表面410aと下部表面410bに常駐する部分を有する。複数（図示では多くのうち5個）の半田付け性の良い隆起した接触構造414（慣用的な半田ボール等）が、支持基板410の下部表面410bで、メッキされたスルーホール412の下部表面の部分に配設される。上記に説明した技法等の多数の技法が、支持基板の下部表面に半田ボール414を実装するのに適している。電子コンポーネントに半田ボールを実装するのに適した他の技法を、図7A-7Cと関連して以下で説明する。

複数（図示では多くのうち5個）の自立型で復元性のある接触構造10（本発明の複合相互接続要素等）が、

メッキされたスルーホール412の上部表面の部分にコアを接着して、硬質材料でコアに保護膜生成することにより、支持基板410の上部表面410aに実装されるが、これは以下で更に詳細に説明する。これらの相互接続要素420は、例えば、支持基板410の上部表面410aから、約50〜100ミルだけ延伸する。

相互接続要素420の各々は、その基底部（近位端）420aにおいて支持基板に締結されて、先端（遠位端）420bを有する。これらの先端420bは、互いに共平面をなすことが好適である。所与のパターン、及び所与のピッチで配設されるボール408を有する、所与のBGA半導体パッケージ404に対し手、相互接続要素は、先端420bが、ボール408のパターン及びピッチに対応する、パターン及びピッチで配設されるように形成される。

従って、ソケット400は、支持基板410の上部表面410aから延伸する複数の自立型相互接続要素420と、支持基板410の下部表面410bに配設される複数の半田ボール414を有する。

好適には、半田ボール（408）に接触させるために、相互接続要素（420）は、半田の最終の上部保護膜（外側）層（図2Aに記載した多層（複合）相互接続要素の最終の上部保護膜220に匹敵）を有する。かかる外側層（220）は、メッキ又は浸漬等の任意の適切な技法によって施すことができ、その結果例えば、最終の外側層は、50〜300マイクロインチの厚さを有する。

これまでに説明した要素は、以前の実施例300の要素と概ね同じである。使用時に、ソケット400は、以前の実施例300の場合のように、半田ボール414をリフローすることにより、PCB402上に半田降下接着される。

実施例300と400の間の主な差異は、相互接続要素（320、420）の形状、対応するLGA（304）とBGA（404）パッケージの端子の型式、及び相互接続要素（320、420）の先端（320b、420b）と対応する半導体パッケージ（304、404）の外部の相互接続点（308、408）の間で接触がもたらされる仕方にある。この後者の差異、及び接触力が加えられ反作用する方向の差異は又、以下で説明するような追加の機構を必要とする。

この実施例400において、フレーム要素430が、2つの主要機能を与える。すなわち、（1）BGAパッケージ404の半田ボール408と相互接続要素420の先端420bとの間で、以前に説明した実施例と同様にして、位置合わせを維持すること、（2）半田ボール408を、相互接続要素420の先端420bに対して、横方向に（図で見ても、頁を横切って）押圧して、それらの間で圧力接続をなす機構を与えること（以前の実施例300において、相互接続要素320の先端320bに対して、下方にLGAパッケージ304のパッド308を押圧するばね要素340とは対照的に）である。

フレーム要素430には、以前の実施例300の場合のように、支持基板410の周辺のまわりに配設される、本体部分432が有り、支持基板410の上部表面410aが載り、及び

／又は固定される段差を形成する、減少した直径（横方向寸法）の領域436が設けられる。

この実施例400において、相互接続要素420は、図1Dに示したようにして成型され、その結果、それらの先端420bに対して横方向に（図示のように、左から右へと頁を横切って）加えられる接触力に反作用する。更に、BGAパッケージを横方向に（支持基板410の上部表面と概ね平行に）移動させて、半導体パッケージ404の外部の接続点（半田ボール）408と、復元性のある接触構造420の先端420bとの間で、効果的な圧力接触をもたらす機構410が設けられる。

代表的な機構410が、図4に示されており、上部表面442a、下部表面442b、及び中央開口444を有する、平坦な平面要素442（図4Aも参照）を含む。中央開口444は、半田ボール408のアレイ全体を受けるのに充分大きく、且つBGA半導体パッケージ404の周辺よりも小さい。BGA半導体パッケージ404は、平坦な平面要素442の上部表面442aにおいて支持されて、それに対して、平坦な平面要素442の上部表面442aに配設された、多数（図4に示すのは2つ）の歯止め446等の任意の適切な手段で確実に保持される。好適には、少なくとも3つの歯止めが設けられ、1つは、正方形の半導体パッケージの一方側のエッジに、2つは、正方形の半導体パッケージの対向側のエッジに設けられる。追加の位置決め機能（不図示）を、平面要素442の上部表面442aに任意的に設けて、BGAパッケージの角部に対応する位置等において、BGAパッケージ404の正確な位置決めを保証することもできる。図示のように、平面（スライダ）要素442は、フレーム本体432内に設けられ、その内部表面内へと延伸するスロット（符号なし）内で、前後に自由に滑動する。そのスロットは、フレーム本体の内部表面内へと延伸する。少なくとも1つの凹部であり、それによって、平面要素が、回転するカムレバーに応答して、フレーム要素内で前後に滑動することが可能になる。

機構440には又、平面要素442、及びそれに実装されるパッケージ404を、フレーム要素430、及びそれに固定される支持基板410に対して横方向に移動させるための手段も含まれる。この移動手段には、カムレバー450が適切に含まれ、フレーム要素430の本体432内の空洞452から延伸する。

カムレバー450は、概ねL字形状であり、フレーム要素430の外側に配設される一方の脚部（作動アーム）454と、フレーム要素430の空洞452内に配設される他方の脚部456を有する。脚部456は、脚部456の主軸からオフセットする領域458を有する。脚部456のオフセット領域（部分）458は、スライダ442内の穴を介して延伸する。

使用時に、BGAパッケージ404は、平面の「スライダ」要素442に（例えば、クリップ446により）実装される。アーム454が回転（例えば、90度又は180度）すると、スライダ442が、半導体パッケージの半田ボール408を、支

持基板の上部表面410aと概ね平行な方向に、相互接続要素420の先端420bとの密接な圧力接触へと移動（左から右に）させる。その移動の際に、スライダ要素は、フレーム本体内のスロットにより案内される。図4の図示には、スライダは、その初期の予備圧力位置で示されている。BGA404を交換、又は取り外すために、アームは図4に示す位置へと回転される。

実施例300と400の間の差異は、実施例300が、支持基板310を変形し得る垂直（図で見て）の接触力を利用するのに対して、実施例400は、本質的にゼロ挿入力（「z if」）ソケットを達成するために、横方向の接触力を利用する点にある。

以前に説明した実施例300の各種の特徴は、実施例400にも取り込むことができ、フレーム要素から延伸する位置合わせピン450（350に匹敵）及びPCBを介した対応する穴452（352に匹敵）と、フレーム要素の異なる形状で、ボール（414）により形成される半田接合に対して所定の寸法を確立する、本体部分と、相互接続要素の先端に対して偶発的な損傷を防止する、任意の補強要素（不図示、図3Aの360に匹敵）とを含む。

以前の実施例300の場合のように、相互接続要素420の基底部420aが、先端420bのパターン及びピッチとは異なる、パターン及びピッチで配列されることも、本発明の範囲内である。また、支持基板410の下部表面における半田ボール414が、基底部420aのパターン及びピッチとは異なる、パターン及びピッチで配列されることも、本発明の範囲内である。複合相互接続要素（420）のコアに保護膜生成する硬質材料が、微細突起を呈示する、樹枝状体その他であることも、本発明の範囲内である。

実施例400は、BGAパッケージを受けるための、手軽、安価、信頼性の良い、ゼロ挿入力（「z if」）型式ソケットを提供する。ばねクリップ（346に匹敵）は必要とされないで、パッケージ400の上部は全く開放し、これにより、BGAパッケージの容易な挿入及び取り外しが可能になる。両方のソケット実施例300と400において、ソケットは「標準的な」PCB実装面積を有する。

約1ミルの直径のワイヤコアから形成されて、約1ミルの硬質材料で保護膜生成される相互接続要素（420）は、約3ミルの全体径を有することになる。それらの先端（420b）において、直径は僅かに大きく、例えば5ミルとすることができる。BGAパッケージ（404）の典型的な半田ボール（408）は、約30ミルの直径を有することになる。

明確に理解されたいのは、本明細書において提示されるソケットの場合、支持基板の頂部に配設される復元性のある接触構造を、本明細書に記載の複合型で復元性のある相互接続要素とすることは必ずしも必要でない、ということである。本発明は、伝統的な一体型金属ばね、型押し部品その他を含む、任意の復元性のある接触構造に適用可能であり、また、安定化のために支持基板内の

バイアホール内に簡単に挿入できる。更に、支持基板は、実質上、その上部表面の接触領域から、その下部表面の接触領域への電気経路を有する、任意の構成及び材料とすることが可能である。メッキされたスルーホールを有する慣用的な回路基板が即座に思い浮かぶが、支持基板は単純に、その上部表面から下部表面へと貫通する導体（例えば、ワイヤ）を有する、平面状の絶縁材料とすることも可能である。

図4Bは、半田ボール408に対して正確に中心付けられる箇所において、半田ボール408の表面と接触する、相互接続要素420先端の420bを示す。一般に、相互接続要素420の先端420bが、カムレバー454の作動にตอบสนองして、約4〜6ミル偏向することが望ましい。これは、破線で示すボール408'により示されている。相互接続要素420は、半田ボール408のこの移動にตอบสนองして、図で見て左から右へと偏向する。相互接続要素420の先端420bにより、半田ボール408に加えられる接触力を最終的に決定するのは、この左から右への偏向、及び相互接続要素の物理的（材料を含めて）特性である。約6ミルの左から右への偏向の結果として、約15グラムの接触力が好適である。

パッケージ自体ではなく支持基板410が移動して、所望の圧力接触をもたらし機構を設けることも、本発明の範囲内である。

明らかではあるが、相互接続要素（420）の先端が、半田ボール（408）に正確に中心付けられないと、相互接続要素が、上方及び下方に（図4Bで見て）スキュー（偏向）する傾向が存在し、その結果、左から右への偏向（図4で見て）が幾分減衰され、それに続いて接触力が幾分少なくなる。一般的な提案として、接触先端420bの僅かな不整合は、結果としての接触力に重大な悪影響は与えないこと、及び以前に記載した代表的な寸法が与えられると、公差は約±5ミルであることが確かめられた。

図4Cは、BGA型式半導体パッケージ（404）を滑動プレート（442）に固定する1つの代替技法を示す。この例の場合、滑動プレート442'（442に匹敵）には、1つの大きな穴（444に匹敵）ではなく、複数（図示では多くのうち2つ）の穴444'が設けられる。各穴444'は、BGAパッケージ404の対応する半田ボール408と整合する。図に示すように、穴444'は、テーパ付けられ（例えば、円錐形）、滑動プレート442'の下部（図で見て）表面におけるよりも、滑動プレート442'の上部（図で見て）表面において小さい直径を有する。滑動プレート442'の上部表面における穴444'の直径は、半田ボール408が自由に貫通するのを可能にするのに十分であり、例えば、半田ボールの直径よりも2〜5ミル大きい。

滑動プレート442'は、半田ボールの直径の半分よりも少ない厚さを有し、例えば約10ミルである。パッケージ404が滑動プレート442'上に配設されると、滑動プレ

ート442'は、半田ボール408の上側(図で見て)半球部と線が一致して配設されることになる(すなわち、それらの水平中心線、又は均分線の上に)。このようにして、滑動プレート442'が移動する(例えば、図4に示すアーム456の回転により)と、滑動プレートを介した各穴のボアは、各半田ボールに接触する(「取り込む」)ことになり、その結果、(1)BGAパッケージが横方向に移動して、相互接続要素(420)の先端(420b)と圧力接触せしめられ、また、(2)下方への(図で見て)力が半田ボールに及ぼされる。該下方への力は、図4Aに示すクリップ446といった外部手段を必要とすることなく、滑動プレートにBGAパッケージ404を固定することになる。

図4Cに関連して説明する技法によって、パッケージボール(408)とパッケージ本体(404)のエッジの間で、最大5ミルとなることが観測された、任意の不整合に起因した問題が解消される。6-8ミルの「公称」目的のばね偏向が与えられると、かかる公差は許容できないであろう。(図4Aにおいて、歯止め446が、滑動プレート442の頂部のパッケージ位置を確立することに注目されたい。)従って、パッケージボール自体の基準外れによって、復元性のある接触構造(420)の偏向が、パッケージ間で(パッケージ交換時等に)更に繰り返される。しかしながら、各パッケージボール用の穴を有する滑動プレートには又、滑動プレート上のパッケージの位置を正確に決定することなく、パッケージを一括して配置すべく位置決めされた、歯止め(例えば、446)を設けることが可能であることも、本発明の範囲内である。

滑動プレート(例えば、442)上に上方へと電子コンポーネント(例えば、404)を保持するという機能が、図4Cに関連して説明したように、滑動プレート内の穴(例えば、444')の配列により完全に達成されることは一般に好適である。しかし、ある種の電子コンポーネント(例えば、404)に関して、滑動プレート上に下方に電子コンポーネントを保持する方法は、完全には効果的でない。かかる例では、上述の歯止め(446)といった機構が、重要な機能を果たす。

図4Dは、復元性のある相互接続要素と、電子コンポーネント(例えば、BGA型式の半導体パッケージ)の端子(例えば、半田ボール)との間の接続をなす代替技法を示す。上述の実施例400の場合、支持基板(410)が静止状態のままであり、電子コンポーネント(404)が移動して、その結果、その端子(408)が復元性のある相互接続要素(420)の先端(420b)と圧力接触をなすのに対して、この実施例の場合、移動するのは復元性のある相互接続要素であり、その結果、それらの先端が、電子コンポーネントの静止した端子に接触する。これは、図4Dに幾分概略的に示されており、図4Dは、支持基板411に実装されて、そこから延伸する複数(図示では多くのうち2つ)の復元性のある相互接続要素452を有する実

施例450を示す。メッキされたスルーホール(412に匹敵)、及び半田ボール(414に匹敵)は、図示の明瞭化のために、この図面から省略している。上述のように、圧力接触が、復元性のある相互接続要素452の先端と、電子コンポーネント(不図示、404に匹敵)の端子456(408に匹敵)との間でなされることが望ましい。この目的のために、平面状の滑動部材458が設けられ、これは、復元性のある相互接続要素452が延伸する複数の穴を有する。これに関して、滑動部材458は、図3Aの補強要素360に匹敵するが、滑動部材458の移動(460で表記された矢印により図に示されるように、水平方向に)を意図する点を除く。かかる滑動部材458の移動は、カム機構(440に匹敵)等の任意の適切な仕方と与えることが可能である。

一般的な意味で、ソケット300と400(実施例450を含む)は共に、同じ目的、すなわち回路基板に半導体パッケージを解放可能(取り出し可能)に接続することを意図したものである。一般に、これには、支持基板の頂部で任意の復元性のある接触構造を支持することが伴うが、該復元性のある接触構造は、本発明の複合相互接続要素に限定されない。支持基板の下部表面には、好適には半田ボールであるが、それに限定されない、接触構造が設けられる。次に、支持基板は、回路基板上に半田降下接着されて、支持基板の下部表面の接触構造が、回路基板上の対応する接触領域に接触する。任意の適切な仕方と、支持基板の頂部の復元性のある接触構造のうちの選択された接触構造が、支持基板を介して、支持基板の下部表面の接触構造のうちの対応する接触構造に接続される。2つの実施例の間の差異は、実施例300の場合、半導体パッケージの外部接続子との圧力接触が、支持基板の上部表面に概ね垂直である接触力によりなされ、実施例400の場合、半導体パッケージの外部接続子との圧力接触が、支持基板の上部表面と概ね平行である接触力によりなされる点にある。これら2つの実施例の変形例を以下に記載する。

平坦な伸長要素

ある種の用途において、相互接続要素の先端と、パッド(308)又はボール(408)のいずれかであるパッケージ端子との間に、「より広範な」接点を設けることが望ましい。主に、上記に説明した実施例では、複合相互接続要素は、ワイヤ(丸い断面)コアと、概ね一致した(やはり丸い断面)保護膜とを備えていた。

伸長コア要素が、ワイヤからではなく、平坦な金属シート(箔)から製造可能であることも、本発明の範囲内である。一般に、軟質の金属箔が、パターン化されて複数のタブを有し、これらは、その箔に対して平面から外れて曲げられ、続いて、硬質材料で保護膜生成されて、複合相互接続要素が形成される。これらの工程は、上述の米国特許出願において、例えば、そこに記載される図4A-4D、5A-5D、6A-6D、及び7A-7Bに関連して、更に

詳細に記載されている。

図5Aは、図4Bに記載と類似した斜視図により、まさに半田ボール508の位置に、硬質材料506で保護膜生成されている平坦な金属伸長部材（タブ）504から形成される、相互接続要素502を示す。例えば、タブ504は、1〜2ミル厚（図で見て頁内に）とすることができ、約1ミルの厚さの保護膜を備える。タブの全幅（図で垂直方向）は、約5〜10ミルが適している。好適には、相互接続要素の先端502bは、僅かに湾曲（弓状）して、半田ボール508が、先端と接触する曲率に近づけられる。これにより一般に、「自己中心付け」機能が与えられ、相互接続要素は、半田ボールの中心と位置が合った状態を保つ傾向となる。しかし、理解されたいのは、相互接続要素502と半田ボール508の間の接触領域は、相互接続要素402と半田ボール408（図4Bに匹敵）の間の接触領域よりも大きい傾向があり、これにより、接触圧力が低くなるが、それ以外のものは等しい。これは、保護膜付きワイヤとしてではなく、平坦なタブ構造として、複合相互接続要素を実施する場合に考慮すべき事項である。超小型電子環境において、10グラムと100グラムの間といった、2〜150グラムの範囲の接触圧力が、公称であると一般的にみなされる。

図5Bは、図3のLGAパッケージに関連した、相互接続要素のコアとしてのワイヤではなく、伸長タブ要素の他の利用を示す。

この実施例550の場合、複数（図示では多くのうち2つ）の伸長要素552と554が、金属シート（箔）から形成される。各伸長要素552と554は、それぞれ、基底部552aと554a、及び先端552bと554bを有する。伸長要素の先端は、上記に説明した先端320hのようにして、LGA半導体パッケージの接触パッドに合わせられる。伸長要素552と554のばね形状は、相互接続要素320のばね形状に非常に似ている。

この実施例550において、各伸長要素552と554は、それぞれ、その基底端552aと554aに配設される、基底部552cと554cを有する。これらの基底部552cと554cは、互いに共平面をなすのが好ましい。伸長要素（552、554）は、予め製造される復元性のある接触構造であり、本発明の複合相互接続要素に適している。

複数のかかる伸長要素を、列又はアレイといった、互いに規定の空間関係で支持するために、支持要素560（266に匹敵）が設けられる。支持要素560の一部が、伸長要素552の基底部552cを更に見やすくするために、想像線（鎖線）で示されている。支持要素560は、カプトン（tm）、又はセラミック等の更に堅固な材料から適切に形成され、支持要素には、それぞれ、伸長要素552と554の基底端552aと554aと整合した、複数（図示では多くのうち2つ）の開口562と564が設けられる。このようにして、基底部552cと554cの上部（図で見て）表面は、内部の対応する開口に直ぐ隣接した、支持要素560の下部

（図で見て）表面に固定される。これによって、伸長要素間の所望の間隔が確立される。

図5Bに示すように、半田ボール558（314、414に匹敵）は、それぞれ、伸長要素552と554の基底部552cと554cの下部（図で見て）表面に直接容易に形成される。

図5Bにおいて、伸長要素552と554は、保護膜付きでは明確に示されていない。本明細書に記載の多数の実施例において、相互接続要素が、複合ではなく単一構造であることも、本発明の範囲内である。

図5Cは、本発明による半田降下接着ソケットの他の実施例570を示す。この実施例の場合、上部表面572aと下部表面572bを有する支持基板572には、それを介して所定のパターンで延伸する、複数（図示では多くのうち1つ）の穴574が設けられる。各穴574の位置において、金属性パッド576が、穴574と整合して、支持基板572の下部表面に配設される。

以前の実施例570に関連して説明した型式（例えば、552）等の、又はタブ（リボン）又はワイヤのどちらかを含む、本明細書で説明した任意の適切な型式の、複数（図示では多くのうち1つ）の個々のコア要素580が、各穴574内で、金属性パッド576の上部（図で見て）表面に取り付けられる。この図には、例示の明瞭化のために、コア要素580の下側（図で見て）部分しか示していない。次に、コア要素580は、上記で説明したように、適切な材料で保護膜生成されて、結果としての複合相互接続要素に対して所望の復元性を付与し、また、パッド576に相互接続要素を確実に締結する。本明細書で説明したようにして（例えば、以前の実施例570に関連して）、複数（図示では多くのうち1つ）の半田付け性の良い隆起した接触構造（例えば、半田ボール）584が、金属性パッド576の下部（図で見て）表面に配設することができる。

図5Dは、本発明による半田降下接着ソケットの他の実施例590を示す。この実施例の場合、上述の相互接続要素264（図2F及び2Gを参照）と同様にして形成される複数（図示では多くのうち1つ）の相互接続要素592が、支持基板594内の複数（図示では多くのうち1つ）の穴内に、穴を充填する適切な材料（エラストマー等）によって緩く保持されるので、相互接続要素の先端（図で見て上端）が、支持基板594の上部（図で見て）表面から延伸する。

支持基板594での相互接続要素592の支持に先行して、半田ボール598を、相互接続要素592の下（図で見て）端に実装できる。代替として、相互接続要素が支持基板内で支持された後に、半田ボールを、相互接続要素の下端に固定することもできる。代替として、金属性パッド（図5Cの576に匹敵）を、支持基板を介する穴の開口を横切って配設することもでき、その結果、相互接続要素は、金属性パッドの一方の表面から延伸し、また半田ボールは、金属性パッドの対向する表面に実装される。

本明細書に記載の全ての半田降下接着ソケットに一般に当てはまるように、必ずしも、支持基板（572）の頂部に配設される復元性のある接触構造が、本発明の複合相互接続要素のうちの1つである必要はない。

更に、この実施例570から明らかなように、復元性のある接触構造は、その上部表面に実装されることなく、支持基板から上方に延伸することもできる。しかし、この実施例の場合、支持基板から上方に延伸する復元性のある接触構造は、支持基板（572）の下部表面（572b）に配設された要素（576）の上部表面に実装される。対型の相互接続要素

上述の米国特許出願第08/452,255号の図18A及び18Bに更に詳細に記載されているように、並列で概ね等しい相互接続要素の対であり、その相互接続要素の各対が、電子コンポーネントの単一の端子に対して圧力接続をなす、相互接続構造によって幾つかの利点が生じる。これらの利点には、少なくとも1つの信頼性の良い圧力接続（端子につき）が、汚れが端子上に存在する（例えば、薄膜性又は油性の汚染物質として）場合に保証されることが含まれる。

電子コンポーネントの端子に各接続をもたらすために、2つ（又はそれより多く）の相互接続要素を用いるという概念は又、本発明のソケットに関連して実用性を有している。

図6Aは、本発明の実施例600を示し、「相互接続構造」が、支持基板610（310に匹敵）上の導電要素612（312に匹敵）のある領域に実装されて、そこから互いに概ね平行に延伸する、1対の相互接続要素602及び604として形成される。一般に、2つの相互接続要素602及び604は、まず、導電要素612に2つの個々のワイヤを実装し、次に、残りの導電要素に既に実装されている他の全てのワイヤ対と共に、単一のステップで（例えば、メッキにより）そのワイヤ対に保護膜を生成することにより、複合相互接続要素として形成される。この様にして、それぞれ、2つの相互接続要素602及び604の2つの先端602b及び604b（320bに匹敵）によって、電子コンポーネント（不図示、図3の電子コンポーネント304上の端子308の1つに匹敵）の単一の端子（例えば、外部の接点）に対して、冗長な接続をなすことができ、それにより、相互接続要素の各対のうちの少なくとも1つが、電子コンポーネントの端子と良好に接触することが概ね保証される。図6Aの例の場合、それぞれ、復元性のある接触構造602及び604の先端602b及び604bは、支持基板610の上部表面に概ね垂直である方向で、効果的な圧力接触（例えば、LGA型式の半導体パッケージの外部接点と）をなすように成型及び配向される。

図6B及び6Cは、電子コンポーネント624の半田ボール628に対して単一の接続をなすために、相互接続要素の対の利用による他の有利な特徴を示す。この例は、図1及び図1Bに関連して、上記で説明した実施例400と類似して

いる。この例の場合、1対の2つの相互接続要素621及び622（420に匹敵）が、支持基板625（410に匹敵）の単一の導電領域623に実装される。相互接続要素621及び622は、並列に配置されて、互いに概ね平行である。図6Cに最良に示すように、相互接続要素621及び622の先端621b及び622bは、半田ボール628の中心線（「CL」で表記）の片側において、支持基板625の上部表面と概ね平行である方向で、半田ボール628と接触するように成型及び配向される。上記の代表的な寸法（半田ボール径≒30ミル、相互接続要素の直径≒3ミル）を用いて、相互接続要素621及び622は、互いから約5〜10ミル離れて、又は半田ボールの中心線から約2〜5ミル離れて間隔をあけるのが有利である。このようにして、相互接続構造を構成する各対の2つの相互接続要素のうちの少なくとも1つが、半田ボールと信頼性良く接触するだけでなく、半田ボールが、相互接続要素の先端によって、本質的に「捕捉」されることが保証される。

このようにして、互いに「協力して」機能し、支持基板（610）の上部表面から互いに概ね平行に延伸して、電子コンポーネントの端子（例えば、628）と単一の接続をなすように、互いに「協力して」機能する、複数（2つ以上）の復元性のある接触構造（602、604）を含む「相互接続構造」が設けられる。

図6Dは、本発明の他の実施例640を示し、これは主に、電子コンポーネント644（404に匹敵）の半田ボール端子648（408に匹敵）との接触を目的としている。図6Dは、図4に対して90°で見た図であり、支持基板616（410に匹敵）上の導電領域に実装される、複合相互接続要素642を示す。この図示において、明瞭化のために、コアに保護膜を生成する詳細は省略している。

この例640の場合、相互接続要素642は、支持基板646に実装される両端642a及び642bを有する、概ねU字形形状ループとして形成される。相互接続要素642の中間部分642cは、円弧状に成型され、好適には円の実質的な部分を形成する。円弧部分642cの中心は、図で「CL」と表記された点により示されるように、半田ボールの中心と一致（整合）する。このようにして、半導体パッケージ644の半田ボール648が、相互接続要素642の円弧状の中間部分642cに「入れ子式に収まる（nest）」ので、相互接続要素642が、側から側（この図示では、頁を横切って）といった規定の方向以外のどんな方向（この図示では、頁から外へと読み手に向かう）にも偏向することが相対的に不可能となる。

図6Eは、電子コンポーネント664の半田ボール668と圧力接触する相互接続要素662の更に他の実施例660を示す。この実施例は、以前に説明した実施例とは劇的に異なるが、それは、圧力接触が、左から右（図4及び6Bに示すような）、又は頁から外へ（図6Dに示すような）ではなく、垂直（図で見て）な方向になされる点においてである。やはり、相互接続要素は、明瞭化のために、そ

の保護膜なしに示されている。

この実施例660の相互接続要素662の端部662aが、任意の適切な仕方、支持基板666 (310、410に匹敵) の導電領域672 (312、412に匹敵) に実装される。相互接続要素662は、垂直 (図で見て) 軸 (図1A及び1Bに匹敵) において復元性があるように、任意の適切な仕方、で成型される。相互接続要素662の端 (先端) 部分662bが、以下のように、複雑な形状を有する。以前に説明した実施例の相互接続要素の先端に匹敵する「P」で表記された点に始まって、相互接続要素662は、円弧形状を有するように成型されるが、該円弧形状は、先端部分662bによる「クレードル支持 (cradled)」を意図した半田ボールの直径よりも僅かに (例えば、25%) 小さい直径を有する。このようにして、半田ボール668が、端部662b上で下方に押圧され、端部662bにより受けられて、半田ボール668への接続をもたらすことができる。これに関して、この実施例660は、接触力が垂直方向である、上記で説明したLGAソケットと類似しているが、LGAパッケージのパッドではなく、BGAパッケージの半田ボールに接触させるのに特定の適合している。この実施例は、

電子コンポーネント上への半田ボール/パンプの製造

上述のように、半導体パッケージの外部の相互接続点として利用するために、電子コンポーネント上に半田ボール又はパンプを実装することが一般に望ましい。

以下で説明する本発明の態様は、電子コンポーネント上に半田ボール、又は半田パンプを設けるための斬新な技法を扱うものである。本明細書に用いる「半田」という用語には、慣用的な鉛-スズ (Pb-Sn) 半田組成だけでなく、他の半田、又は共晶、或いは低融点組成も含まれる。

図7A-7Cは、上記で説明したソケット用の支持基板 (310、410) といった、電子コンポーネント上に半田ボール、又は半田パンプを形成する技法を示す。理解されたいのは、本明細書に開示の技法は、半導体パッケージ上に半田ボール、又は半田パンプを形成することにも等しく適用可能である、ということである。

図7Aは荒成形成品700 (予備製造構造) を示し、これは、半田材料から形成されて、複数 (多くのうち、3つは完全に図示され、1つは部分的に図示される) の比較的小さな半田ブリッジ706、707、708、及び709により互いに接続される、複数 (多くのうち、2つは完全に図示され、2つは部分的に図示される) の隔離した比較的大きな塊702、703、704、705を有する。 (ブリッジは、比較的小さな半田集積体と見なされる。)

半田集積体702-705は、比較的大きく、全て互いに同じ形状であるのが好ましい。図示のように、各半田集積体、例えば半田集積体702は、4つのエッジ702a、702b、702c、及び702dを有して、正方形の形状をなしている。半田集積体が、正方形以外の、例えば三角形又は円

形の形状を有することも、本発明の範囲内である。半田集積体702-705は、厚さ「T」及び側寸法「S」 (そのエッジに沿って測定した) を有する。

半田ブリッジ706-709は、比較的小さく、全て互いに同じ形状であるのが好ましい。図示のように、各半田ブリッジ、例えば半田ブリッジ709は、2つの端部709aと709bを有し、その間で長さ「L」が規定される。各半田ブリッジ706-709は又、幅「W」及び厚さ「t」を有する。

半田集積体702-705、及び半田ブリッジ706-709に関する代表的な寸法は、以下のようになる。

- ・半田集積体の側寸法「S」=30ミル
- ・半田集積体の厚さ「T」=8ミル
- ・半田ブリッジの長さ「L」=20ミル
- ・半田ブリッジの幅「W」=5ミル
- ・半田ブリッジの厚さ「t」=3ミル

このようにして、半田集積体702-705は、50ミルのピッチ「P」 ($P=L+2S/2$) で一様に配列されて、明らかなように、半田ブリッジ706-709は、半田集積体702-705と比較して、非常に「脆く」 (例えば、構造的完全性の欠如) なる。

半田集積体が、図7Aに示す矩形配列以外のパターンで配列されること、及び半田集積体と半田ブリッジが、上記の寸法とは異なる寸法を有することも、本発明の範囲内である。例えば、超小型電子用途に適した寸法の範囲は、以下のようになる。

- ・「S」は、10ミルから90ミルの範囲にあり、
- ・「T」は、2ミルから25ミルの範囲にあり、
- ・「L」は、5ミルから60ミルの範囲にあり、
- ・「W」は、2ミルから20ミルの範囲にあり、
- ・「t」は、1ミルから10ミルの範囲にある。

更に、ある種の関係、また好適な関係は、上記の代表的な寸法、及び寸法の範囲から明らかである。例えば (以下で「*」は乗算を意味する)、

- ・ $S \geq L$ 、好適には $S \geq 1.5 * L$ であり、
- ・ $S \gg W$ 、好適には $S \geq 5 * W$ であり、
- ・ $T \gg t$ 、好適には $T \geq 2 * t$ であり、
- ・ $S > T$ 、好適には $S \geq 2 * T$ であり、
- ・ $L > W$ 、好適には $L \geq 4 * W$ である。

荒成形成品700は、型枠成形、又は打ち抜き (例えば、冷間成形) という既知の技法によって容易に製造され、その結果、塊702-705は、ブリッジ706-709と一体に形成される。

このように、荒成形成品700が製造されてしまうと、次に説明するのは、どのように荒成形成品を用いて、複数の外部相互接続構造が実装されるかである。

図7Bは、電子コンポーネント720を示し、これは、その外部表面上に任意の適切な仕方、で配設される、複数 (図示では多くのうち2つ) の導電パッド722、724を有する (例えば、上述の米国特許第5,241,133号に示さ

れるパッド54に匹敵する。)明らかになることであるが、パッド(722及び724)は、半田集積体(702及び703)のレイアウトに一致するパターンで配列されるが、半田集積体のピッチと一致するピッチで配設されること含む。

半田ペースト730が、好適にはフラックスを含むが、スクリーン印刷等の任意の適切な工程によって、パッド722及び724に施される。代替として、材料730は、単に半田フラックスであり、これも又、スクリーン印刷等の任意の適切な工程によって施される。代替として、半田ペースト、又は半田フラックスは、電子コンポーネント720のパッドにではなく、荒成形成品700の半田集積体に施され、この場合、荒成形成品全体を半田フラックス中に浸漬することも許容できる。

荒成形成品700は、半田集積体が対応するパッドと整合するように、電子コンポーネント720上への支承状態(対向配置)にされる。図7Aは、電子コンポーネント720に対して位置決めされる荒成形成品700を示す。図示のように、各半田集積体の側寸法(「S」)が、電子コンポーネント上の対応するパッドの側寸法(表記なし)と、少なくとも同じ大きさである(≧)ことが好ましい。

次に、荒成形成品700と電子コンポーネント720のアセンブリが、電子コンポーネントに損傷を与えることなく、荒成形成品700(すなわち、半田集積体と半田ブリッジ)の材料をリフローするのに十分な温度にまで加熱される(不図示の炉内で)。半田集積体を溶融(リフロー)するのに必要な温度は、典型的な電子コンポーネントに損傷を与えるであろう温度と比較して、相対的に低い。

この結果、複数(図示では多くのうち2つ)の個々の離散的な相互接続構造(半田ボール、又は半田バンプ)432及び734が、それぞれ、電子コンポーネント720の表面のパッド722及び724上に形成されることになる。半田ボール、又は半田バンプは、パッドの「湿潤性」に起因してパッド上に形成(付着、接着)し、図7Cに示すように、それらの最終的な丸みを帯びた形状は、リフロー工程の液相時の表面張力の結果である。この工程で、半田ブリッジの脆さによって、半田ブリッジが切断せしめられて、各半田ブリッジの一部が、隣接する半田集積体の各々へと流動し(リフロー加熱時に)、結果としての半田ボール、又は半田バンプの集積体内に取り込まれる(包含される)ことになる。

このようにして、上述の米国特許第4,700,276号、同第5,381,848号、及び同第5,388,327号に記載されるような従来技術の技法の代わりに斬新な技法を用いて、上述の米国特許第5,241,133号に示される電子コンポーネント等の様々な電子コンポーネント上に、半田ボール、又は半田バンプを製造するための工程を説明した。

上述のように、半田ボールには2つの型式があり、すなわち(1)リフローに基づき溶融する共晶集積体と、

(2)溶融されない、90:10の鉛:スズ等の集積体であ

る。本発明の半田ボール(例えば、732、733)は、第1の分類に入る。

図7A及び7Bには示さないが、半田の荒成形成品700が、その取扱い時に、半田の荒成形成品に対する支持を与えることになる、アルミニウムのシートといった、キャリアに配設されることも、本発明の範囲内である。非湿潤性(特に半田がリフローされる際に、半田がキャリアに強烈に粘着しない)であり、且つ半田のあら成形成品のリフローと関連した熱に耐え得る、任意の適切な材料をキャリアに対して用いることもできる。

更に、1つの半田の荒成形成品という概念は、複数の半田の荒成形成品をテープ(すなわち、長いキャリア)上に設けることにも充分適合するので、一連の半田の荒成形成品を、対応する一連の電子コンポーネント上のリフローすべき位置へと、自動的に(不図示の機械装置により)進める(搬送ベルト等により)ことが可能となる。

図面及び以上の説明において、本発明を詳細に例示及び説明したが、本発明は、文言における限定としてではなく、例示として見なされるべきである。すなわち、ここで理解されたいのは、好適な実施例のみを図示及び説明したということ、及び本発明の趣旨内に入る全ての変形及び修正も、望ましく保護されるということである。疑うべくもなく、上記の「主題」に関する多数の他の「変形例」も、本発明の最も近くに属する、当該技術で通常の知識を有する者が想到するであろうし、また本明細書に開示されるような変形例は、本発明の範囲内にあることを意図するものである。これら変形例の幾つかは、親事例に記載されている。

例えば、本明細書において記載又は示唆される実施例のいずれかにおいて、マスキング材料(例えば、ホトレジスト)が、基板に施されて、マスクを通過する光への露出、及びマスキング材料の部分の化学的除去(すなわち、慣用的なホトリソグラフ技法)等によってパターン化される場合、代替技法を使用することもでき、それには、除去しようとするマスキング材料(例えば、プラズマ硬化ホトレジスト)の部分に、適切に平行化された光ビーム(例えば、エキシマ・レーザからの)を向け、それによって、マスキング材料のこれら部分を融除すること、又は適切に平行化された光ビームで、マスキング材料の部分に直接(マスクを使用せずに)硬化し、次いで、未硬化のマスキング材料を化学的に洗浄することが含まれる。

例えば、図3のソケット300は又、LGA型式の端子(外部接点)にではなく、半導体チップ(コンポーネント)上の接触領域(接着パッド)に対して、復元性のある接続をなすのにも有用であろう。かかる半導体チップは、図3に示すパッケージ304に対して、面を下にして、チップを置き換えることによって、差込可能に接続できるであろう。一般に、図3のソケット300は、電子コンポーネントの表面上に配設された、接点、接着パッド、端

51

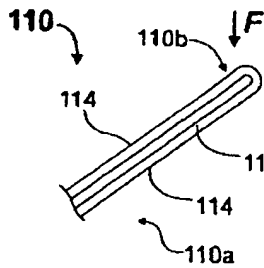
子その他を有する任意の電子コンポーネントに対して、圧力接触をなすのに利用できる。

例えば、図3Bに示すように、メッキされたスルーホールの頂部ではなく、メッキされたスルーホールの内部に、復元性のある接触構造を実装することも、LGA型式

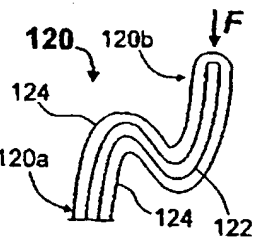
52

ソケット、又はBGA型式ソケットのどちらかに適用可能であり、これは主に、支持基板の上部表面から延伸する復元性のある接触構造用を選択されたばね形状とは異なる。

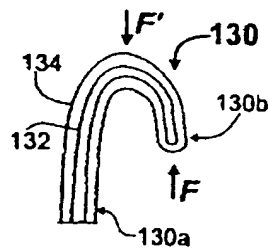
【第1A図】



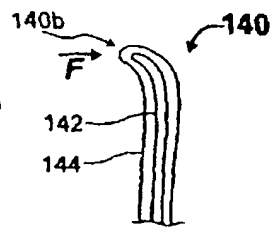
【第1B図】



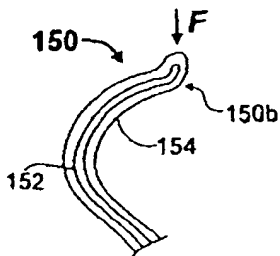
【第1C図】



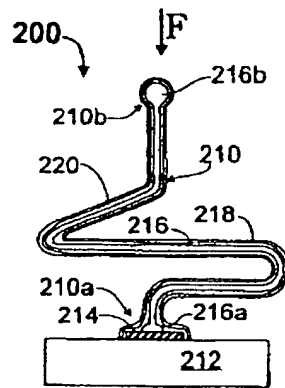
【第1D図】



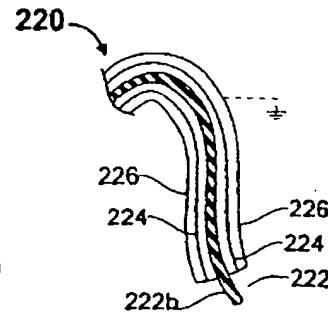
【第1E図】



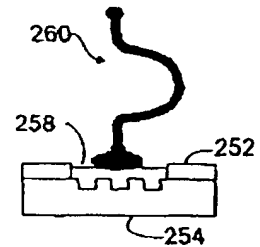
【第2A図】



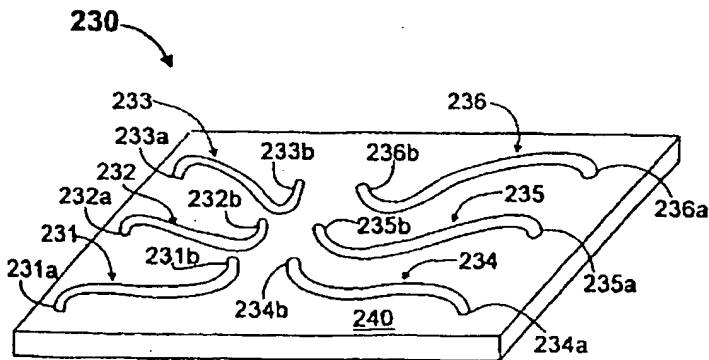
【第2B図】



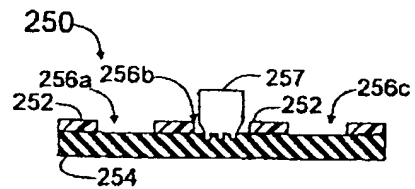
【第2E図】



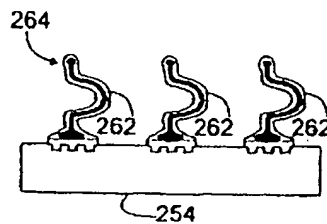
【第2C図】



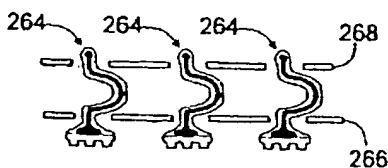
【第2D図】



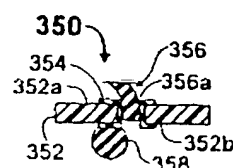
【第2F図】



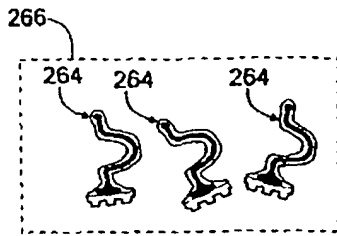
【第2H図】



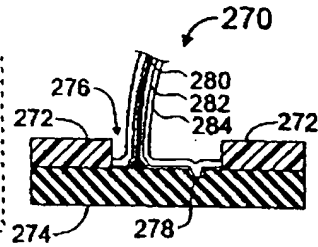
【第3B図】



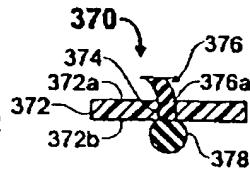
【第 2 G 図】



【第 2 I 図】

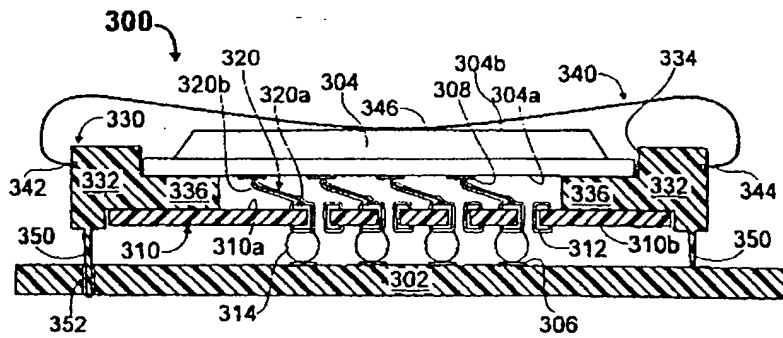


【第 3 C 図】

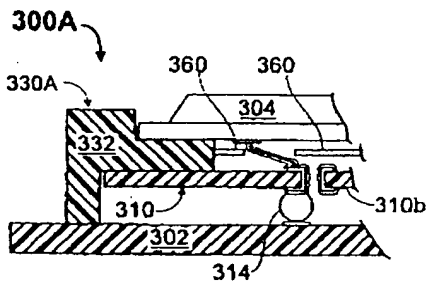


【第 4 B 図】

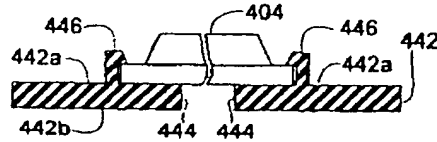
【第 3 図】



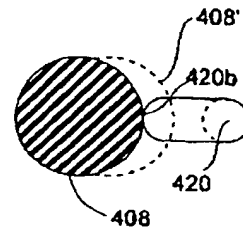
【第 3 A 図】



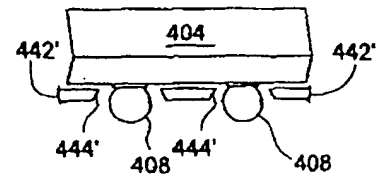
【第 4 A 図】



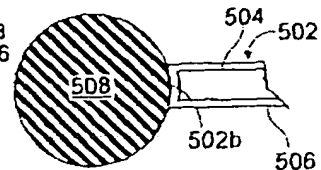
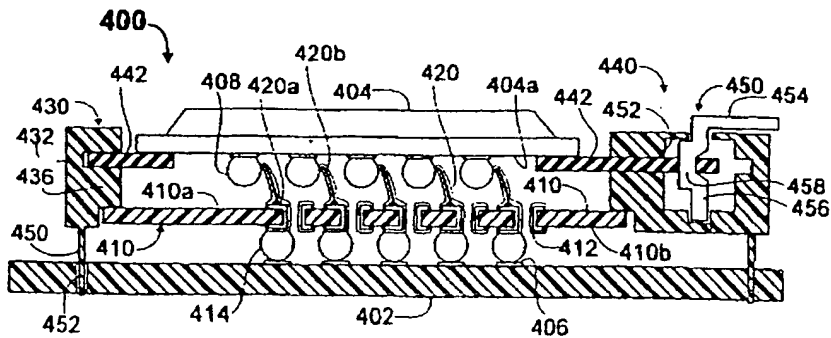
【第 4 D 図】



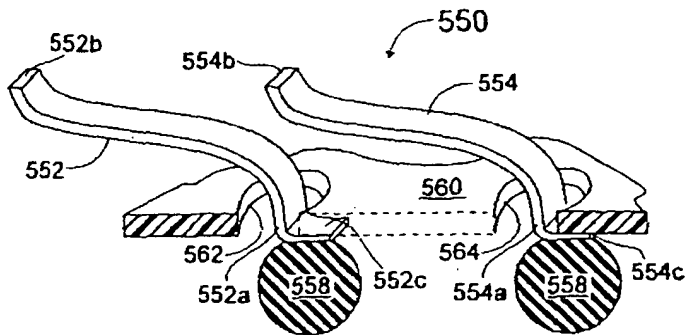
【第 4 C 図】



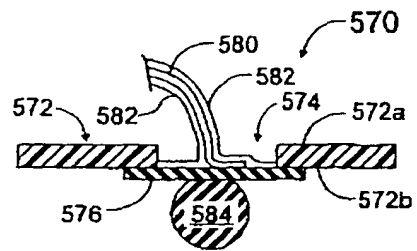
【第 5 A 図】



【第 5 B 図】

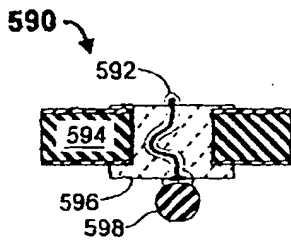


【第 5 C 図】

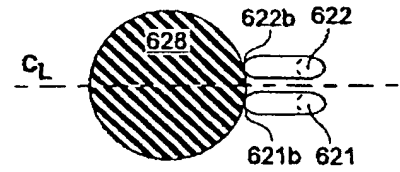
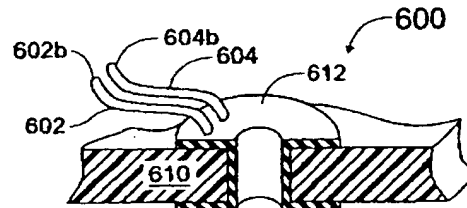


【第 6 C 図】

【第 5 D 図】

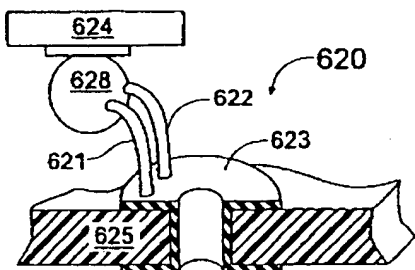


【第 6 A 図】

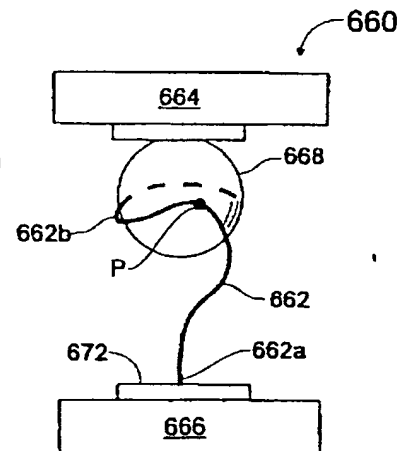
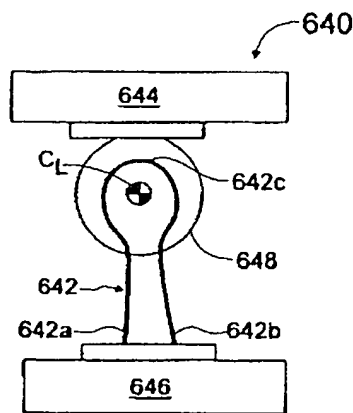


【第 6 E 図】

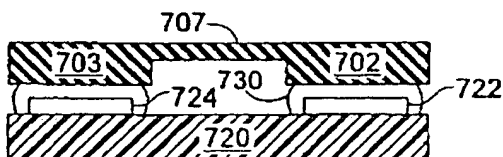
【第 6 B 図】



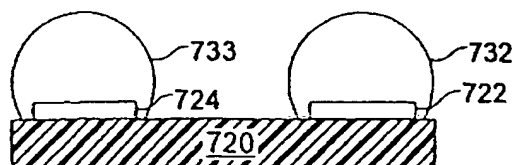
【第 6 D 図】



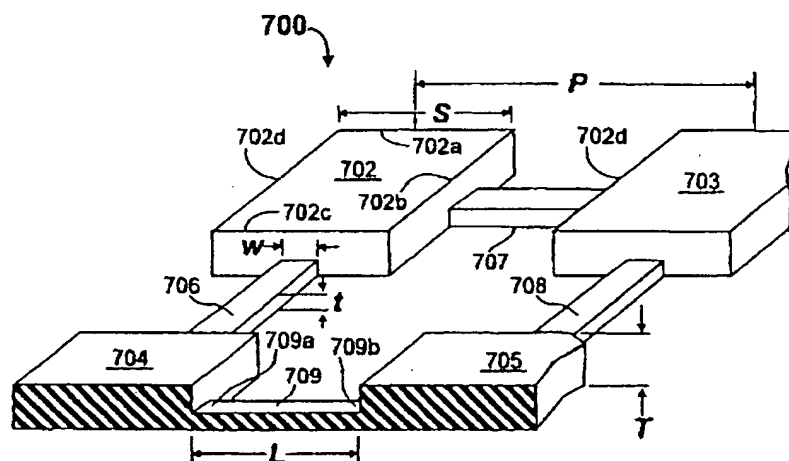
【第 7 B 図】



【第 7 C 図】



【第7A図】



フロントページの続き

(31) 優先権主張番号 452, 255
 (32) 優先日 1995年5月26日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 457, 479
 (32) 優先日 1995年6月1日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 526, 246
 (32) 優先日 1995年9月21日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 533, 584
 (32) 優先日 1995年10月18日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 554, 902
 (32) 優先日 1995年11月9日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(72) 発明者 エルドリッジ、ベンジャミン、エヌ
 アメリカ合衆国ニューヨーク州12533
 ホープウェル・ジャンクション、ハイ・
 リッジ・ロード・11
 (72) 発明者 ゲーリー、グループ、ダヴリユー
 アメリカ合衆国ニューヨーク州10950
 モンロー、ボックス・エム-397、アール・
 ディー・2
 (72) 発明者 ドザイアー、トーマス、エイチ
 アメリカ合衆国テキサス州75006 キャ
 ロルトン、レイクサイド・レーン・2806